

## BEST AVAILABLE COPY

(13) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公報番号

特開平 8-306853

(13) 公開日 平成 8年 (1996) 11月 22日

(51) Int. Cl.	類別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
HO1L 23/50			HO1L 23/50	S
21/60	311		21/60	311 C
23/12			23/28	A
23/28			23/12	L

審査請求 未請求 請求項の数 17 OL (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願平 7-110380	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号
(22) 出願日	平成 7年 (1995) 5月 9日	(72) 発明者	林田 勝大 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番 地 富士通株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 光幸 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番 地 富士通株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 伊東 忠志

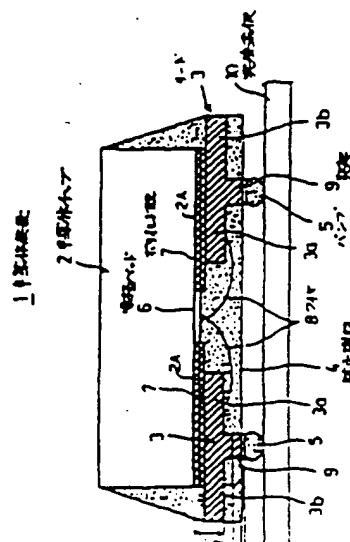
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体装置及びその製造方法及びリードフレームの製造方法

(57) 【要約】

【目的】本発明は半導体チップ及びリードを嵌合封止した構成を有した半導体装置及びその製造方法及び当該半導体装置に用いるリードフレームの製造方法に関するもので、半導体チップの信頼性を維持しつつ外部電極端子の低コスト化、製品コストの低減及び生産効率の向上を図ることを目的とする。

【構成】第1のピッチで電極パッド6が形成された半導体チップ2と、電極パッド6とワイヤ8を介して電気的には接続されるリード3と、半導体チップ2を封止する封止樹脂4とを具備する半導体装置において、前記リード3に外露接続端子となる突起9を上記第1のピッチと異なる第2のピッチで形成すると共に、前記封止樹脂4が電極パッド6とリード3との間に引き回されたワイヤ8を封止し、かつ前記突起9を露出させよう配置したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第1のピッチにて形成された電極パッドが形成された半導体チップと、

前記電極パッドと配線を介して電気的に接続されるリードと、

前記半導体チップを封止する封止樹脂とを具備する半導体装置において、

前記リードに外部接続端子となる突起を、上記第1のピッチと異なる第2のピッチで形成すると共に、

前記封止樹脂が前記電極パッドと前記リードとの間に引き回された配線を封止し、かつ前記突起を露出させるよう配線されることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 第1のピッチにて形成された電極パッドが形成された半導体チップと、

前記電極パッドと配線を介して電気的に接続されるリードと、

前記半導体チップを封止する封止樹脂とを具備する半導体装置において、

前記リードに外部接続端子となる突起を上記第1のピッチと異なる第2のピッチで形成すると共に、

前記半導体チップに形成された前記電極パッドの配線面を基準とし、前記配線面における前記封止樹脂の厚さが、前記配線面から前記突起までの高さ寸法以下で、かつ前記配線面から前記配線までの高さ寸法以上となるよう構成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 請求項1または2記載の半導体装置において、

前記半導体チップと前記リードとをポリイミド膜を接着として接合したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の半導体装置において、

前記突起を前記リードと一体的に形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の半導体装置において、

前記基板としてワイヤを用いたことを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の半導体装置において、

前記突起にパンプを形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】 外部接続端子となる部位に突起が形成されてなるリードを形成するリード形成工法と、

前記リード成形は半導体チップの少なくとも一方にポリイミド膜を配線し、前記ポリイミド膜を介して前記リードと前記半導体チップを所定圧力で押圧しかつ所定圧に加圧することにより、前記ポリイミド膜をはなれて前記リードと前記半導体チップを接着する。

ードとを配線を引き回し接続することにより、前記電極パッドと前記リードとを電気的に接続する接続工法と、前記配線及び前記半導体チップの所定範囲あるいは全部を封止すると共に、前記突起の少なくとも一面を露出するよう封止樹脂を配線する封止能性配線工法とを具備することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 8】 請求項7記載の半導体装置の製造方法において、

前記接続工法でポリイミド膜により前記リードと前記半導体チップを接着する際、前記ポリイミド膜として両面に熱可塑性を有する複数層を配線したものを用いたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 請求項7または8記載の半導体装置の製造方法において、

前記接続工法で、前記電極パッドと前記リードとをダイレクトリードボンディング法により電気的に接続したことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 インナーリード部とアウターリード部とを有した複数のリードが形成されたリードフレームにおいて、

前記アウターリード部のリードピッチに対して前記インナーリード部のリードピッチを小さく設定すると共に、前記アウターリード部に一体的に突起を形成したことを特徴とするリードフレーム。

【請求項 11】 請求項10記載のリードフレームにおいて、

前記アウターリード部のリードピッチ (P...) と前記突起の形成位置における前記リードの厚さ (W) とが略等しく (P... = W)、かつ前記インナーリード部のリードピッチ (P...) が前記アウターリード部のリードピッチ (P...) の略半分のピッチ (P... = P... / 2) であることを特徴とするリードフレーム。

【請求項 12】 請求項10または11記載のリードフレームの製造方法において、

基材に前記突起の形成位置にマスクを配線した上で、前記基材に対してハーフエッティングを行う第1のエッティング工程と、

前記第1のエッティング工程の終了後、前記リード形成位置にマスクを配線した上で、前記基材に対してエッティングを行いリードを形成する第2のエッティング工程とを具備することを行なうリードフレームの製造方法。

【請求項 13】 請求項10または11記載のリードフレームの製造方法において、

重ね合わせることにより前記突起の所定高さ寸法となるよう基板が選定された第1の基板と第2の基板を用意し、

前記第1の基板に、上面被した方に前記リードの形状と形状とリードの位置を合わせたマスクを用いて、

成するよう突起パターンを形成する突起パターン形成工程と。

前記リードパターンが形成された前記第1の基材と、前記突起パターンが形成された前記第2の基材を重ね合わせ、前記突起の形成位置において前記リードパターンと前記突起パターンが接觸されるよう前記第1の基材と前記第2の基材とを接合する接合工程と。

前記第1の基材及び第2の基材の不要部分を除去する除去工程とを具備することを特徴とするリードフレームの製造方法。

【請求項14】 前項10または11記載のリードフレームの製造方法において、

基材に、平面状の面に前記リードの形状となるようリードパターンを形成するリードパターン形成工程と、前記リードパターン形成工程は、形成されたリードパターンの所定位置に前記突起を形成する突起形成工程とを具備することを特徴とするリードフレームの製造方法。

【請求項15】 前項14記載のリードフレームの製造方法において、

前記突起形成工程は、前記リードパターンの所定位置にパンプを単数あるいは複数重ねることにより前記突起を形成したことを特徴とするリードフレームの製造方法。

【請求項16】 前項14記載のリードフレームの製造方法において、

前記突起形成工程は、前記リードパターンの所定位置に導電性部材を配設することにより前記突起を形成したことを特徴とするリードフレームの製造方法。

【請求項17】 前項14記載のリードフレームの製造方法において、

前記突起形成工程は、前記リードパターンの所定位置を塑性加工することにより前記突起を形成したことを特徴とするリードフレームの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【実質上の利用分野】 本発明は半導体装置及びその製造方法及びリードフレームの製造方法に係り、特に半導体チップ及びリードを接觸封止した構成を有した半導体装置及びその製造方法及び当該半導体装置用に用いるリードフレームの製造方法に関する。

【0002】 近年、電子機器のダウンサイジング化に伴い、半導体装置の高密度化及び半導体装置の高密度実装化が図られている。一方で、電子機器の信頼性の向上も図られており、これに伴い半導体装置の信頼性も向上させる必要がある。更に、半導体装置は製品コストの低減も望まれている。

【0003】 よって、上記したを要すを満足しうる半導体装置が望まれている。

チップチップ方式の実装構造が見られており、マルチチップ・モジュール(MCM)において広く用いられている。このMCMで用いいるフリップチップ実装は、接觸封止をしていない半導体チップ(ペアチップ)の電極パッドにパンプを形成しておき、このペアチップを基板(マザーボード)に形成された電極間にフェースダウンボンディングすることにより実装する方法とされている。

【0005】 上記のフリップチップ方式の実装構造を用いることにより、基板間に半導体装置をマザーボードに配設することが可能となり、またペアチップに直接形成されたパンプを用いてマザーボードに電気的に接続されるため、電気的特性を向上させることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかるに、接觸封止がされていないペアチップは、耐熱性、屈曲的強度、及び耐湿性が弱いという問題点がある。また、ペアチップに形成されている電極パッドに直接パンプが形成され外露接觸端子を形成するため、ペアチップに形成されているペアチップのレイアウトがそのまま外部接觸端子(パンプ)のレイアウトとなってしまう。

【0007】 一般に半導体チップの電極パッドのレイアウトは半導体装置メーカー間に異なっており、従って同一基板を有する半導体装置であっても、ユーザ側で半導体装置の電極(製法メーカー)に対応するようマザーボードの配線パターンを設計する必要がある。このように、従来のペアチップを用いた実装構造では、半導体装置の外露接觸端子の複雑化がされていないことにより、半導体装置とマザーボードとのマッチング性に欠け、ユーザ側での負担が重くなるという問題点があった。

【0008】 また、これを解決するためにチップ表面にプロセス処理を行い、配線を引き回すことにより複雑化を図ることが考案されるが、この構造では配線の引き回しに高难度を有する多くの工程を必要とし、製品コストの上昇及び生産効率の低下を招いてしまうという問題点があった。

【0009】 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、半導体チップのは信頼性を維持しつつ外露接觸端子の複雑化、製品コストの低減及び生産効率の向上を図りうる半導体装置及びその製造方法及びリードフレームの製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記の課題は下記の各手段をはじめことにより解決することができる。該本項1記載の発明では、第1のピッチにて形成された電極パッドが形成された半導体チップと、前記電極パッドと配線を介して電気的に接続されるリードと、前記半導体チップを封止する封止構造とを具備する半導体装置において、

された配線を封止し、かつ前記突起を露出させよう配線されることを特徴とするものである。

〔0011〕また、請求項2記載の発明では、第1のピッチにて形成された電極パッドが形成された半導体チップと、前記電極パッドと配線を介して電気的に接続されるリードと、前記半導体チップを封止する封止樹脂とを具備する半導体装置において、前記リードに外部接続端子となる突起を上記第1のピッチと異なる第2のピッチで形成すると共に、前記半導体チップに形成された前記電極パッドの配線面を基準とし、前記配線面における前記封止樹脂の厚さが、前記配線面から前記突起までの高さ寸法以下で、かつ前記配線面から前記突起までの高さ寸法以上となるよう構成したことを特徴とするものである。

〔0012〕また、請求項3記載の発明では、前記請求項1または2記載の半導体装置において、前記半導体チップと前記リードとをポリイミド膜を接着剤として接合したことを特徴とするものである。

〔0013〕また、請求項4記載の発明では、前記請求項1乃至3のいずれかに記載の半導体装置において、前記突起を前記リードと一体的に形成したことを特徴とするものである。また、請求項5記載の発明では、前記請求項1乃至4のいずれかに記載の半導体装置において、前記配線としてワイヤを用いたことを特徴とするものである。

〔0014〕また、請求項6記載の発明では、前記請求項1乃至5のいずれかに記載の半導体装置において、前記突起にパンプを形成したことを特徴とするものである。また、請求項7記載の発明では、半導体装置の製造方法において、外部接続端子となる部位に突起が形成されてなるリードを形成するリード形成工程と、前記リードないは半導体チップの少なくとも一方にポリイミド膜を配設し、前記ポリイミド膜を介在させて前記リードと前記半導体チップを所定押圧で押圧しつつ所定位置に加熱することにより、前記ポリイミド膜を接着剤として前記リードと前記半導体チップとを接合する接合工程と、前記半導体チップに形成されている電極パッドと前記リードとを配線を引き回し接続することにより、前記電極パッドと前記リードとを電気的に接続する接続工程と、前記配線及び前記半導体チップの所定箇所ないに全かを封止すると共に、前記突起の少なくとも裏面を露出するよう封止樹脂を配設する封止樹脂配設工程とを具備することを行なうとするものである。

〔0015〕また、請求項8記載の発明では、前記請求項7記載の半導体装置の製造方法において、前記接合工程でポリイミド膜により前記リードと前記半導体チップを接合するに、前記ポリイミド膜はとして前記半導体チップを接合したものと、前記リードを露出したものとを交互に

順7または6に記載の半導体装置の製造方法において、前記接合工程で、前記電極パッドと前記リードとをダイレクトリードボンディング法により電気的に接続したことを特徴とするものである。

〔0017〕また、請求項10記載の発明では、インナーリード部とアウターリード部とを有した多芯のリードが形成されたリードフレームにおいて、前記アウターリード部のリードピッチに対して前記インナーリード部のリードピッチを小さく設定すると共に、前記アウターリード部に一體的に突起を形成したことを特徴とするものである。

〔0018〕また、請求項11記載の発明では、前記請求項10記載のリードフレームにおいて、前記突起の形成位置における前記リードの厚さ(W)とが既存しく(P... < W)、かつ前記インナーリード部のリードピッチ(P...)が前記アウターリード部のリードピッチ(P... = P... / 2)であることを特徴とするものである。また、請求項12記載の発明では、前記請求項1または11記載のリードフレームの製造方法において、基材に前記突起の形成位置にマスクを配設した上で、前記基材に対してハーフエッティングを行う第1のエッティング工程と、前記第1のエッティング工程の終了後、前記リード形成位置にマスクを配設した上で、前記基材に対してエッティングを行いリードを形成する第2のエッティング工程とを具備することを特徴とするものである。

〔0019〕また、請求項13記載の発明では、前記請求項10または11記載のリードフレームの製造方法において、重ね合わせることにより前記突起の所定高さ寸法となるよう仮厚が選定された第1の基材と第2の基材を用意し、前記第1の基材に、平面化した後に前記リードの形状となるリードパターンを形成するリードパターン形成工程と、前記第2の基材に、少なくとも前記突起の形成位置に位置するよう突起パターンを形成する突起パターン形成工程と、前記リードパターンが形成された前記第1の基材と、前記突起パターンが形成された前記第2の基材を重ね合わせ、前記突起の形成位置において前記リードパターンと前記突起パターンが重なれるよう前記第1の基材と前記第2の基材とを接合する接合工程と、前記第1の基材及び第2の基材の不要部分を除去する除去工程とを具備することを特徴とするものである。

〔0020〕また、請求項14記載の発明では、前記請求項13記載のリードフレームの製造方法において、基材に、平面化した後に前記リードの形状となるリードパターンを形成するリードパターン形成工程と、前記リードパターンが形成された前記第1の基材と、前記突起パターンが形成された前記第2の基材を重ね合わせ、前記突起の形成位置において前記リードパターンと前記突起パターンが重なれるよう前記第1の基材と前記第2の基材とを接合する接合工程と、前記第1の基材及び第2の基材の不要部分を除去する除去工程とを具備することを特徴とするものである。

〔0021〕また、請求項15記載の発明では、前記請求項14記載のリードフレームの製造方法において、前記突起形成工程は、前記リードパターンの所定位置にパンプを導入ないは該部がみ重ねることにより前記突起を形成したことを特徴とするものである。

〔0022〕また、請求項16記載の発明では、前記請求項14記載のリードフレームの製造方法において、前記突起形成工程は、前記リードパターンの所定位置に導電性部材を配設することにより前記突起を形成したこととを特徴とするものである。

〔0023〕更に、請求項17記載の発明では、前記請求項14記載のリードフレームの製造方法において、前記突起形成工程は、前記リードパターンの所定位置を塑性加工することにより前記突起を形成したことを特徴とするものである。

〔0024〕

〔作用〕上記した各手段は、下記のように作用する。請求項1及び請求項2記載の発明によれば、半導体チップは封止樹脂により封止されるため、耐熱性、機械的強度及び耐湿性を向上させることができる。また、電極パッドをリード及び配線を用いて引き回すことができるため、リードのレイアウトを電極パッドのレイアウトに向わらず決定することが可能となり、実装基板とのマッチング性を向上させることができる。また、封止樹脂は引き回された配線を確実に保護するためこれによっても信頼性を向上させることができ、また外部接続端子は封止樹脂から露出しているため実装基板との電気的接続を確実に行うことができる。

〔0025〕また、請求項3記載の発明によれば、通常半導体チップとリードとの絶縁材として配設されるポリイミド膜を接着剤として用いてるため、半導体チップとリードの絶縁と信合を一括的に行うことができる。よって、絶縁材と接着剤とを別個に配設する構成に比べて構造の簡素化及び製造の容易化を図ることができる。

〔0026〕また、請求項4記載の発明によれば、突起をリードと一体的に形成したことにより、突起とリードを別個の材料により構成する場合に比べて構造の簡素化を図ることができる。また、請求項5記載の発明によれば、配線としてワイヤを用いたことにより、前記した電極パッドとリードとの間ににおける配線の引き回しを容易に行うことができる。

〔0027〕また、請求項6記載の発明によれば、突起にパンプを形成したことにより、突起を直接実装基板に実装する構成に比べて、半導体装置の実装基板への信頼性を向上することができる。また、請求項7記載の発明によれば、接着工程においてポリイミド膜を所定位置かつ所定圧力下に置くことにより信頼性を向上させ、これによりリードと半導体チップとの接合強度を向上させることができる。

〔0028〕また、後段工程では半導体チップに形成されている電極パッドと前記リードとを配線を引き回し形成するため、この引き回しを適宜決定することにより、電極パッドのレイアウトに片してリードのレイアウトを変更することが可能となる。また、半導体装置はリード形成工程、接着工程、後段工程及び封止工程が工程ごとに工数のみで製造される。このように少ない工数で半導体装置が製造されるため、生産効率を向上させることができる。

10. 〔0029〕また、請求項8記載の発明によれば、ポリイミド膜として両面に熱可塑性を有する接着剤を配設したものを用いることにより、ポリイミド膜に印加する荷重を所定範囲内に制御することなく接着処理を行うことができるため、接着処理を容易に行うことができる。

〔0030〕また、請求項9記載の発明によれば、後段工程で、電極パッドとリードとをダイレクトリードボンディング法を用いて電気的に接続するため、簡単かつ確実に電極パッドとリードとの接着処理を行うことができる。また、請求項10及び請求項11記載の発明によれば、

20. アウターリード部のリードピッチに対してインナーリード部のリードピッチが小さく設定されているため、インナーリード部が電気的に接続される半導体チップの電極パッドの配設ピッチが小さくてもこれに対応させることができ、かつ実装基板と電気的に接続されるアウターリード部のリードピッチは大きいため、実装基板への実装性を向上させることができる。また、突起がアウターリード部に形成されることにより、この突起を外部接続端子として用いることができ、これによっても実装性を向上させることができる。

30. 〔0031〕また、請求項12記載の発明によれば、第1のエッティング工程において突起の形成位置にマスクを配設した上で基材に対してハーフエッティングを行うことにより、二層形成位置を除く部分の板厚を薄くし、更に第2のエッティング工程においてリード形成位置にマスクを配設した上で第1のエッティング工程が終了した基材に対してエッティングを行うことにより、突起が一括的に形成されたリードを形成することができる。

〔0032〕ここで、リードを形成する時にリードのピッチは基材の板厚により決定されてしまう。具体的には、リードのピッチは基材の板厚と結構しいピッチにしか形成することはできない。よって、高い板厚を用いる複数リードピッチを狭ピッチ化することができる。

〔0033〕ところが、突起が形成されるリードでは基材の板厚は突起の高さにより決まってしまい、突起の高さと結構しい板厚を有する基材を前にエッティング処理したのでは狭ピッチのリードを形成することができない。しかるに、上記のように第1のエッティング工程において突起の高さを決めておけば、第2のエッティング工程において突起の高さを決めておけば、第2のエッティング工程において突起の高さを決めておけば、

も狭ピッチのリード形成を行うことが可能となる。尚、上記改明から明らかなように、突起の配置ピッチは基材の板厚と略等しいピッチまで狭ピッチ化することができる。

〔0034〕また、請求項1-3記載の発明によれば、第1の基材及び第2の基材は直な合わせることにより突起の所定高さとなるよう板厚が選定されているため、各基材の板厚は突起の高さより小さな厚さとされている。リードパターン形成工程では、この板厚の高い第1の基材に対してリードの形状となるようリードパターンを形成するため、先に改明した板厚とリードピッチの関係により、形成されるリードパターンのリードピッチを狭ピッチ化することができる。

〔0035〕また、突起パターン形成工程において第2の基材に少なくとも前記突起の形成位置に位置するよう突起パターンを形成し、接合工程において上記第1の基材と第2の基材を直な合わせ接合することにより、突起の形成位置においてリードパターンと突起パターンが接觸され、この位置における板厚は突起の所定高さとなる。極く除去工程では不要部分が除去されリードが形成される。

〔0036〕従って、上記のようにリードパターンの形成時には板厚は直いためリードピッチを狭ピッチ化することができ、また突起形成位置においてはリードパターンと突起パターンが接觸されることにより所定高さの突起を形成することができる。また、請求項1-4記載の発明によれば、リードパターンを形成するリードパターン形成工程と、突起を形成する突起形成工程とを別個に行うことにより、各材の厚さを突起の高さに内わらず選定することができ、よって直い基材を用いることによりリードパターンの狭ピッチ化を図ることができる。また、突起形成工程においては、任意の高さを有する突起を形成することができるため、設計の自由度を向上させることができる。

〔0037〕更に、請求項1-5乃至1-7記載の発明によれば、突起形成工程において突起の形成を容易に行うことができる。

〔0038〕

〔実施例〕次に本発明の実施例について図面と共に改明する。図1及び図2は、本発明の一実施例である半導体装置1を示している。図1は半導体装置1の断面図であり、また図2は半導体装置1を底面図である。

〔0039〕各図に示されるように、半導体装置1は大略すると半導体チップ2、複数のリード3、封止樹脂4、及びバンブ5等により構成されている。半導体チップ2は、底面の中央部には複数の電極パッド6が一列に配置されている。また、各々のリード3は、元々シング

〔0040〕このポリイミド膜7は、半導体チップ2の上に形成された回路膜2Aとリード3とを電気的に接続する絕縁部材として機能すると共に、述するようにポリイミド膜7は半導体チップ2とリード3とを接着する接着剤として機能している。このように、ポリイミド膜7に絕縁部材と接着剤の双方の機能を持たせることにより、絕縁材と接着剤とを別間に配置する構成に比べ、半導体装置1の構造の簡素化及び製造の容易化を図ることができる。

〔0041〕また、インナーリード部3aと半導体チップ2に形成された電極パッド6との間にワイヤ6が形成されており、このワイヤ6を介して半導体チップ2とリード3は電気的に接続された構成とされている。更に、各リード3に設けられたアウターリード部3bの所定位置には、外部接続端子となる突起9が一体的に形成されている。上記構成とされたリード3は、各図に示されるようにその大部分が半導体チップ2の底面上に配置された構成の、いわゆるリード・オン・チップ(LO-C)構造となっており、半導体装置1の小型化が図られている。

〔0042〕また、封止樹脂4は例えばエポキシ樹脂よりなり、述するようにモールディングにより形成されている。この封止樹脂4は、半導体チップ2の底面及び側面の所定範囲に配置されている。しかるに本実施例では、半導体チップ2の上面においては、熱伝導性を向上させる面より封止樹脂4は配置されていない構成とされている。

〔0043〕上記封止樹脂4は、半導体チップ2の電極パッド6の配置面(底面)を基体とし、この底面からの厚さ(図中、矢印Hで示す)が、底面から突起9の先端までの高さ(図中、矢印Wで示す)以下で、かつ底面からワイヤ6のループ最上部までの高さ(図中、矢印hで示す)以上となるよう構成されている(h>H>W)。この構成とすることにより、突起9の少なくとも先端部9aは確實に封止樹脂4から露出し、またワイヤ6及び突起9の露出部分を除くリード3は封止樹脂4に封止された構成となる。

〔0044〕このように、本実施例の半導体装置1は、半導体チップ2の所定範囲(上面を除く部位)を封止樹脂4で封止された構成となるため、耐熱性、機械的強度及び耐圧性を向上させることができる。また、封止樹脂4はワイヤ6を確實に保護するため、これによっても半導体装置1の信頼性を向上させることができる。更に外部接続端子となる突起9の少なくとも先端部9aとは確実に封止樹脂4から露出するため、突起基部10との電気的接続を行なうことができる。

〔0045〕ここで、図2を用いて半導体チップ2の先

11  
ている。同図に示されるように、リード3はははするインナーリード部3aのリードピッチ（図中、矢印P...で示す）が構成するアウターリード部3bのリードピッチ（図中、矢印P...で示す）よりも小さくなるよう構成されている。具体的には、インナーリード部3aのリードピッチP...はアウターリード部3bのリードピッチP...の略半分のピッチ（P...=P.../2）となるよう構成されている。また、後に詳述するように、アウターリード部3b上のリードピッチP...は突起9の形成位置...におけるリード3の厚さWとが略等しくなるよう構成20されている（P...=W）。

〔0046〕上記のように、アウターリード部3bのリードピッチP...に対してインナーリード部3aのリードピッチP...が小さく設定されることにより、インナーリード部3aが電気的に構成される半導体チップ2の電極パッド6の配設ピッチが小さくてもこれに対応させることができ、かつ実装基板10と電気的に接続されるアウターリード部3b（突起9）のリードピッチP...は大きいため、半導体装置1の実装基板10に対する実装性を向上させることができる。

〔0047〕一方、本実施例に係る半導体装置1は、半導体チップ2に配設されている電極パッド6に直接パンプ5を形成し実装基板10に接続するのではなく、電極パッド6とインナーリード部3aとの間にワイヤ8を引き回した上でリード3を介して実装基板10に接続する構成とされている。従って、電極パッド6をリード3及びワイヤ8を用いて引き回すことができるため、リード3のレイアウトを電極パッド6のレイアウトに拘わらず設定することができる。

〔0048〕具体的には、図2に示す例では、半導体チップ2の中央に形成されている電極パッド6をワイヤ8及びリード3を用いて引き回し、外部接続端子となる突起9を半導体チップ2の外周位置に引き出している。また、図3に示されるように、電極パッド6が半導体チップ2の外周位置に形成されている場合には、本発明を適用して電極パッド6をワイヤ8及びリード3を用いて引き回すことにより、電極パッド6の形成位置より内側に外部接続端子となる突起9を形成することも可能である。更に、図4に示されるように、外部接続端子となる突起9を半導体チップ2の外側位置に配設することも可能となる。

〔0049〕このように、電極パッド6をリード3及びワイヤ8を用いて引き回すことが可能となることにより、実装基板10と半導体装置1とのマッチング性を向上させることができ、外部接続端子となる突起9のレイアウトを構成外節接続端子のレイアウトに容易に設定することができる。よって、半導体装置1を用いるユーザ側の負担を軽減できることができる。

は、リード形成工程、接着工程、被成工程及び封止被成工程の名前となる4工程と、これに付属するパンデ形成工程、被成工程の2工程を行うことにより構成される。以下、各工程に依拠するものとする。

〔0051〕図5乃至図9はリード形成工程の第1実施例を示している。このリード形成工程に、リード3の基材となるリードフレーム11を形成するための工程である。リードフレーム11を形成するには、まず図5に示されるような平板状の基材12を用意する。この基材12は、例えば4.2アロイ等のリードフレーム材料であり、またその板厚は形成しようとする突起9の高さWと等しいものが設定されている。

〔0052〕上記の基材12に対しては、まず図6に示されるようにマスク13（露地で示す）が施される。このマスク13は、所定の突起9の形成位置（図中、セラミック号14で示す）及びクレドール形成位置（図中、セラミック号15で示す）に配設される。

〔0053〕上記のようにマスク13が配設されると、次いで基材12に対してハーフエッティング処理（第1のエッティング工程）が実施される。本実施例においては、エットエッティング法により基材12に対してハーフエッティング処理を行っている（ドライエッティング処理等の他のエッティング方法を用いることも可能である）。またエッティング時間は、エッティングにより設けられる部分（図6で白抜きで示される部分）の厚さが、基材12の板厚Wの半分の寸法（W/2）となるよう設定されている。

〔0054〕このハーフエッティング処理が終了し、マスク13を取り除いた状態を図7に示す。この状態では、突起9の形成位置14及びクレドール形成位置15のみが元の基材12の厚さWを保持しており、他の部分（セラミック号16で示す）はハーフニッティングによりその厚さ半分はW/2となっている。

〔0055〕上記のようにハーフエッティング処理が終了する、次いで図8に示されるように所定のリード3の形成位置（セラミック号18で示す）及びクレドール形成位置15にマスク17（露地で示す）を配設した上で、この基材12に対してエッティング処理を行う。

〔0056〕上記のようにマスク17が配設されると、次いで基材12に対してエッティング処理（第2のエッティング工程）が実施され基材12のマスク17が配設された位置以外の部分を除去する。これにより、図9に示すリード3の所定形状を有した複数のリード3を具備するリードフレーム11が形成される。尚、必要に応じてこのリードフレーム11の所定部は（リード3の形成位置...）にエンカシ等を施してもよい。

〔0057〕このように形成されたリードフレーム11は、リードフレーム...、セラミック...、セラミック...、マスク...、マスク...等を示す。

リード部3a及び突起9の形成位置を除くアワターリード部3bの厚さ寸法はW/2となっている。

〔0058〕ここで、リードピッチと基材12の板厚との関係について説明する。前記したように、リード3を形成する段にリード3のピッチは基材12の板厚により決定されてしまい、具体的にはリードピッチは基材12の板厚とは等しいピッチにしか形成することはできない。よって、基材12の板厚が同じ複リードピッチを複ピッチ化することができる。

〔0059〕ところが、突起9が形成されるリード3では基材12の板厚は突起9の高さにより決まってしまう。突起9の高さと等しい板厚を有する基材12を単にエッティング処理したのでは複ピッチのリードを形成することができない。しかるに、上記したように第1のエッティング工程においてハーフエッティング処理を実施することにより、突起形成位置14を除き基材12の板厚を薄くし(約W/2の板厚となるようにする)、更にこの薄くされた板厚を有する部分に第2のエッティング工程を実施してリード3を形成することにより、突起9を有するリード3であっても複ピッチ(図1に示されるリードピッチP...)のリード形成を行なうことが可能となる。また、同様の理由により、突起9(アワターリード部3b)の配設ピッチ(P...)は、基材12の板厚Wと等しいピッチまで複ピッチ化することが可能となる。

〔0060〕尚、具体例としては、一般にリード基材として用いられている板厚0.10mm、0.15mm、0.20mmの基材を例に挙げれば、板厚0.10mmの基材ではアワターリード部3b及び突起9の最小ピッチP...を0.10mm(P...=0.10mm)、インナーリード部3aの最小ピッチP...を0.15mm(P...=0.05mm)とすることができる。また、板厚0.15mmの基材ではアワターリード部3b及び突起9の最小ピッチP...を0.15mm(P...=0.15mm)、インナーリード部3aの最小ピッチP...を0.075mm(P...=0.075mm)とすることができる。更に、板厚0.20mmの基材ではアワターリード部3b及び突起9の最小ピッチP...を0.20mm(P...=0.20mm)、インナーリード部3aの最小ピッチP...を0.10mm(P...=0.10mm)とすることができます。

〔0061〕一方、突起9の形成位置に注目すると、突起9の形成位置は図6に示されるマスク13の配設位置により決められる。即ち、この図6に示されるマスク13の配設位置を適宜変更することにより、突起9の形成位置を任意設定することが可能となる。このため、本実例に係るリード形成方法では、外部接続端子となる突起9の形成位置を自由度をもって設定することができ、かつて示されたものでは各部の板厚寸法に突起9を容易に形成することが可能となる。

ム20を形成するには、先ず図10に示されるような第1の基材21と、図11に示されるような第2の基材22を用意する。

〔0063〕この各基材21、22は、重な合せることにより突起9の所定高さ寸法Wとなるよう板厚が決定されており、本実施例では各基材21、22の板厚寸法は共にW/2に設定されている。尚、各基材21、22の板厚はこれに規定されるものではなく、重な合せることにより突起9の所定高さ寸法Wとなる条件の基に各基材21、22で板厚を異ならせた構成としてもよい。

〔0064〕図10に示される第1の基材21は、例えは42アロイ等のリードフレーム材料により形成されており、エッティング処理或いはプレス打ち抜き処理等を予め実施することにより、平面状の場合にリード3と同一形状のリードバーン23が形成された構成とされている。しかるに、第1実施例で説明したリード形成工程と異なり、この状態のリードバーン23には突起9は形成されておらず、よってリードバーン23は全体的にその板厚がW/2とされている。尚、図中25で示すのは位置決め孔であり、リードバーン23の形成時に一括的に形成されるものである。

〔0065〕一方、図11に示される第2の基材22は、予め42アロイ等のリードフレーム材料に対しエッティング処理或いはプレス打ち抜き処理等を実施することにより、突起バーン24が形成された構成とされている。この突起バーン24は直線状のバーン形状を有しており、所定の突起9の形成位置を標示するよう標示されている。尚、図26は位置決め孔であり、突起バーン24の形成時に一括的に形成されるものである。

〔0066〕上記構成とされた第1の基材21及び第2の基材22は、位置決め孔25、26を用いて位置決めされつつ重な合せされ複合される。この第1及び第2の基材21、22の複合は、高電性接着剤を用いて接着してもよく、また溶接により接着してもよい。図12は、第1の基材21と第2の基材22とが複合された状態を示している。

〔0067〕上記のように第1の基材21と第2の基材22とが複合された状態で、第2の基材22に形成されている突起バーン24は、第1の基材21に形成されているリードバーン23の所定突起形成位置の上部に重な合せられるよう構成されている。

〔0068〕図13は、リードバーン23と突起バーン24とが重なり合った部位を拡大して示す平面図であり、また図14にリードバーン23と突起バーン24とが重なり合った部位を拡大して示す平面図である。各図から明らかのように、板厚寸法W/2のリードバーン23と、重じく板厚寸法W/2の突起バーン24

〔0069〕上記のように第1の基材21と第2の基材22との接合処理が終了すると、残して不要部分、具体的には突起パターン24のリードパターン23と突起した部分を除く部位をプレス加工等により除去することにより、図15に示すように突起9が一体的に形成されたリード3を有するリードフレーム20が形成される。

〔0070〕上記のように、本実施例により製造されたリードフレーム20も第1実施例で製造されたリードフレーム11と同様に、リード3はインナーリード部3a、アウターリード部3b及び突起9が一体的に形成された構成となる。また、図10に示すリードパターン23の形成時においては、第1の基材21の板厚はW/2とされているため、先に説明した板厚とリードピッチの間隔から明らかかなように、板ピッチのリードパターン23を形成することができる。

〔0071〕一方、突起9の形成位置に注目すると、突起9の形成位置は第2の基材22に形成される突起パターン24の形成位置により決められる。即ち、この突起パターン24の形成位置を位置変更することにより、突起9の形成位置を任意設定することが可能となる。このため、本実施例に係るリード形成方法においても、外側接続端子となる突起9の形成位置を自由度をもって設定することができ、よって予め定められている障壁外接続端子位置に突起9を容易に形成することが可能となる。

〔0072〕上記のようにリード形成工程を実施することによりリードフレーム11、20（以下の説明では、リードフレーム11を用いた場合を例に挙げて説明する）が形成されると、残してリードフレーム11と半導体チップ2を接合する接合工程が実施される。以下、図16乃至図20を用いて接合工程について説明する。

〔0073〕接合工程においては、先ず図16に示されるようにリードフレーム11のインナーリード部3a（嵌合すれば、後述する接合工程においてワイヤ8がボンディングされる部位）に金メッキを施すことにより、ボンディングパッド部27を形成する。

〔0074〕また、図17に示されるように、半導体チップ2の電極パッド6の形成された面には、この電極パッド6の形成部位のみが露出する構成でポリイミド膜7が配置される。このポリイミド膜7はガラス転移点が100～300℃のものが選定されており、図17に示される状態では單に半導体チップ2に配置されただけの状態となっている。従って、ポリイミド膜7が脱落しないよう、半導体チップ2は電極パッド6の形成面が上部に位置するよう配置されている。尚、半導体チップ2は巻戻防止は行われておらずアチップはとされている。また、上記のポリイミド膜7は、半導体チップ2を形成す

るされ半導体チップ2には、図16に示されるようにリードフレーム11が配置される。このは、リードフレーム11に配置されているリード3（インナーリード部3a）と、半導体チップ2に形成されている電極パッド6とが精度よく対向するよう、リードフレーム11は位置決めされる。

〔0076〕上記のようにリードフレーム11が半導体チップ2上の所定位置に配置されると、残して図19に示されるように治具28が下し、リードフレーム11を半導体チップ2に向け押圧する。また、この治具28は加熱装置を具備しており、治具28で発生する熱はリードフレーム11を介してポリイミド膜7に印加される。

〔0077〕上記ポリイミド膜7は、半導体チップ2とリードフレーム11とを電気的に接続する絶縁部材として従来より一般的に用いられているものであるが、本発明者はこのポリイミド膜7を所定の要焼成条件にて置くことにより接着剤として燃耗することを見出した。具体的には、ポリイミド膜7としてガラス転移点が100～300℃のものを使用し、かつこのポリイミド膜7をガラス転移点+100～200℃に加熱すると共に、1～1.5kg/cm<sup>2</sup>の押圧力を印加することにより、ポリイミド膜7は接着剤として燃耗するようになる。

〔0078〕よって、本実施例では上記の点に注目し、半導体チップ2とリードフレーム11との接合時に、治具28に受けられているヒータによりポリイミド膜7をガラス転移点+100～200℃に加熱すると共に、治具28の加工によりポリイミド膜に1～1.0kg/cm<sup>2</sup>の押圧力を印加する構成としている。これにより、ポリイミド膜7は接着剤として燃耗するようになり、半導体チップ2とリードフレーム11とをポリイミド膜7を用いて接合することが可能となる。

〔0079〕上記構成とすることにより、従来では必要とされたポリイミド膜を半導体チップ2及びリードフレーム11と接着するための接着剤は不要となり、製品コストの低減及び半導体装置1の組み立て工数の低減を図ることができる。図20は、半導体チップ2とリードフレーム11とがポリイミド膜7により接合された状態を示している。

〔0080〕尚、半導体チップ2とリードフレーム11との接合は、ポリイミド膜7を用いて接合する方法に限定されるものではなく、従来のようにポリイミド膜の両面に接着剤を塗布しておき、この接着剤によりポリイミド膜を介してたゞまで半導体チップ2とリードフレーム11とを接合する方法を用いてよい。この構成では、ポリイミド膜に与する温度範囲及び押圧力範囲が不適となり、接着剤を完全に燃耗させることができず、

D3と半導体チップ2に形成されている電極パッド6とをワイア8で電気的に接続する接続工程が実施される。

【0082】図21は、キャビラリ29を用いてワイア(例えは金ワイア)8をリード3に形成されたポンディングパッド部27(図16参照)と電極パッド6との間に配線する処理を示している。所知のように、半導体装置1の電気的特性を向上させる面からはワイア8の長さは短い方がよく、また半導体装置1の小型化・薄型化のためにはワイア8は伝ループであることが望ましい。

【0083】このため、ワイア8を配線するのに伝ループポンディング法を用することが望ましい。伝ループポンディング法も種々の方法が提案されているが、例えば先ず半導体チップ2に形成されている電極パッド6にワイア8をポンディングし、次いで垂直上方にキャビラリ29を移動させた後に水平方向に移動させてリード3にポンディングする、いわゆる逆打ち法を用いるほどとしてもよい。

【0084】上記のように、リード3と電極パッド6とを電気的に接続するのにワイアポンディング法を用いることにより、容易かつ高密度にはく断面処理を行うことができる。また、リード3と電極パッド6との間ににおけるワイア8の引き回しも比較的の自由度を持って行うことができる。尚、図22は、接続工程を実施することによりリード3と電極パッド6との間にワイア8が配線された状態を示している。

【0085】上記のように接続工程を実施することにより、電極パッド6とリード3とがワイア8により電気的に接続されると、次いで半導体チップ2の所定部分に封止樹脂4を配線する封止樹脂配設工程が実施される。以下、図23乃至図25を用いて封止樹脂配設工程について説明する。

【0086】図23は、上記の各工程を実施することによりリードフレーム11、ワイア8等が配線された半導体チップ2を金型30に嵌着した状態を示している。金型30は上型31と下型32により構成されており、リードフレーム11が上型31と下型32との間にクランプされることにより、半導体チップ2は金型30内に嵌着される。

【0087】上型31は、半導体チップ2が嵌着された状態で突起9及びリードフレーム11のクレードル33と当たる構成とされている。突起9の高さとクレードル33の高さは等しいため、よって上型31の形状は平面形状とされている。また、下型32は嵌着された半導体チップ2の側部に空間部を有したキャビティ形状を有しており、また半導体チップ2の周における底面はキャビティ33の底面と当たる構成とされている。

【0088】このように、片上型を配線工程で用いる上

装置1の部品コストの低減に寄与することができる。

【0089】図24は金型30に封止樹脂4(製地にて示す)を充填した状態を示している。金型30に封止樹脂4を充填することにより、半導体チップ2の下型31と当接した上面(図23乃至図25では下部に位置する)を除く外周面に封止樹脂4により封止される。また、キャビティ部2の底面に配線されているリード3及びワイア8も封止樹脂4により封止された状態となる。また、突起9も上型31と当接している端部を除き封止樹脂4により封止された構成となる。

【0090】図25は、封止樹脂4が充填処理された半導体チップ2を金型30から離型した状態を示している。同図に示されるように、半導体チップ2の上面2aは封止樹脂4より算出しており、よってこの上面2aより半導体チップ2で発生する熱を効率よく放熱させることができる。また、突起9の端部9aも封止樹脂4から外部に算出しており、従ってこの端部9aを外部接続端子として用いることができる。

【0091】図25に示される状態において、図中一点線で示す箇所でリードフレーム11を切断することにより半導体装置を構成しても、図1に示す半導体装置1と同様の効果を実現することができる。しかるに、図25に示す状態では、外部接続端子として機能する突起9の端部9aが封止樹脂4の表面と端面となっているため、実装基板10に対する実装性が不足である。このため、本実施例においては、封止樹脂配設工程が終了した後、端部9aにパン断面5を形成するパンプ形成工程を実施している。以下、パンプ形成工程を図26乃至図30を用いて説明する。

【0092】パンプ形成工程においては、先ず図26に示すように、封止樹脂4が配線された半導体チップ2の全面に対してホーニング処理を行い、残留する樹脂層等を除去と共に、突起9の端部9aを残す外に露出させる。ホーニング処理が終了すると、次いで図27に示すように、封止樹脂4が配線された半導体チップ2を半田錠34に接觸し、突起9の端部9aに半田を用いて外露メッキを行う(半田錠を参照行号35で示す)。この外露メッキに用いる半田としては、例えばPb:Sn=1:9の組成を有する半田の通用が考えられる。

【0093】図28は、上記の外露メッキにより突起9の端部9aに半田錠35が形成された状態を示している。

【0094】上記のように外露メッキ処理が終了すると、次いで半田錠35が形成された突起9の端部9aにパンプ5が形成される。このパンプ5の形成方法としては、たとえば加工よくかつ容易にパンプ5を形成しうる各パンプ方法を用いても成してもよい。図29は、パンプ5が形成した状態を

リードフレーム11の切断処理が行われ、これにより、図30に示される半導体基盤1が形成される。尚、このリードフレーム11の切断処理に先立ち、切断処理を容易にするためにリードフレーム11の切断箇所にハーフエッティング処理を行ってもよい。

〔0095〕上記のように製造された半導体装置1に対しては、既に適正に作動するかどうかを確認する試験工程が実施される。図31及び図33は、天々異なる半導体装置1の試験方法を示している。図31に示される試験方法では、バンプ5を接着しうる構成とされたソケット36を用い、このソケット36に半導体装置1を接着することによりバーン等の試験を行うものである。

〔0096〕また、図32に示される試験方法は、プローブ37を用いて半導体装置1の試験を行う方法である。半導体装置1は、封止樹脂4の樹脂位置にリード3の端部が封止樹脂4から露出した構成とされている。本試験方法では、これを用いて封止樹脂4から露出したリード3にプローブ37を接触させて試験を行う構成とされている。よって、本試験方法を採用することにより、半導体装置1を実装基板10に実装した後においても試験を行うことが可能となる。

〔0097〕図33は、半導体装置1を実装基板10に実装する実装工程を示している。半導体装置1を実装基板10に実装する方法としては、周知の種々の方法を採用することができる。例えば、赤外線リフロー方法を用い、半導体装置1に設けられているバンプ5を実装基板10に形成されている電極部38にペースト等を用いて仮止めし、その上で赤外線リフロー炉においてバンプ5を熔融させることによりバンプ5と電極部38とを接合する方法を用いてもよい。

〔0098〕既に、上記した半導体装置の製造方法の実施例について以下説明する。図34乃至図37は、天々突起9の実用例を示している。図34(A)、(B)に示される突起9Aは、その形状を円柱状とした構成である。また、図37(C)に示される突起9Bは、その形状を角柱状とした構成である。このように、突起9、9A、9Bの平面形状は種々選定できるものであり、バンプ5の接合性及び実装基板10に形成されている電極部38の形状等に応じて任意に形状を選定することができる。具体的には、例えばエッティング等により突起9、9A、9Bを形成する場合には、図6に示す突起形成位置14に配置するマスク13の形状を適宜選択することにより突起9、9A、9Bの平面形状を容易に所望する形状とすることができます。

〔0099〕また、図35(A)に示される突起9Cのように上面に円錐状凹部を形成した構成としてもよく、図35(B)に示される突起9Dのように上面に中央に実孔に貫通するチャネルを有する構成としてもよい。

Eによれば、突起表面における面積を大きくすることができるバンプ5との接合性の向上を図ることができる。尚、上記の突起9C～9Eは、リード3の所定突起位置に固定性接着剤等を用いて固定された構成とされている。

〔0100〕また図35(D)に示すのは、リード3をプレス加工等により直角型を変形させることにより突起9Fを形成したものである。このようにプレス加工等の塑性加工を用いて突起9Fを形成することにより、簡めて容易に突起9Fを形成することができる。しかるに、この形成方法では、突起9Fの高さは塑性加工限界値を上限とし、それ以上の高さに設定することはできないという問題点もある。

〔0101〕また、図36に示すのは、突起9Gを形成するのにワイヤボンディング技術を用い、スタッドバンプ4を突起9G位置に形成することにより突起9Gとしたことを特徴とするものである。図36(A)は突起9Gの形成方法を示しており、また図36(B)は突起9Gを拡大して示している。

〔0102〕上記のように、突起9Gをワイヤボンディング技術を用いスタッドバンプで形成することにより、任意の位置に突起9Gを形成することが可能となり、外部接続端子となる突起9Gを所定位置に容易に形成することができる。また、突起9Gの形成は、半導体装置の製造工程の内、接続工程においてワイヤ8の配線時に一括的に形成することが可能となり、製造工程の簡略化を図ることができる。

〔0103〕また、突起9Gの高さはスタッドバンプを複数積み重ねて配設することにより任意に設定することができる。図37(A)に示される突起9Hは、スタッドバンプを3層積み重ねることにより図36(B)に示される1層のスタッドバンプにより突起9Gを形成した構成に比べて高さを高くしたものである。

〔0104〕また突起の高さを高くする処の方法としては、図17(B)に示されるように予めリード3にプロック状の導電性部材41を導電性接着剤等により固定しておき、この導電性部材41の上部に図37(C)に示されるようにスタッドバンプ42を形成し、接着された導電性部材41とスタッドバンプ42とが接触して突起9Iを形成する構成としてもよい。この構成の場合、突起9Iの高さは導電性部材41の高さにより決められることとなるが、プロック状の導電性部材41は種々の大きさのものが提供されており、よって突起9Iの高さを任意に設定することができる。

〔0105〕図38は、頂部二層の実用例を示している。上記した実施例では、図16乃至図20に示したように半導体チップ2とリードフレーム11とを所定位置に配置する。一方、リードフレーム11の外側に

ム 11 とを複合する構成としてもよい。

〔0106〕また、テープ状接着剤 45 の配置位置は、半導体チップ 2 の上面だけではなく、図 38 に示されるようリードフレーム 11 の下面にも設けててもよく、またリードフレーム 11 の下面のみに設けた構成としてもよい。更に、テープ状接着剤 45 の配置範囲は、電極パッド 6 の配置位置を除く図中矢印 X で示す範囲であれば、自由に設定することができる。尚、テープ状接着剤 45 は、半導体チップ 2 とリードフレーム 11 とを電気的に絶縁する必要があるため、絶縁性は著しくある必要がある。

〔0107〕図 39 乃至図 42 は、接続工程の実施例を示している。上記した実施例では、図 21 及び図 22 に示されるように電極パッド 6 とリード 3 とを接続するのにワイヤ 8 を用いた構成を示したが、図 39 乃至図 42 に示す実施例では電極パッド 6 とリード 3 とを直接接続するダイレクトリードホンディング (DLB) 方法を用いたことを特徴としている。

〔0108〕図 39 及び図 40 に示す例では、リード 3 を例えれば超音波接合子に接続された接合器具 46 を用いて直接的に電極パッド 6 に接合する構成とされている。しかるに、この構成では超音波接合する接合器具 46 により、電極パッド 6 にダメージが発生するおそれがある。

〔0109〕そこで図 41 及び図 42 に示す例では、予め電極パッド 6 にスタッダードパンプ 47 を配置しておき、このスタッダードパンプ 47 にリード 3 を接続させた上で加熱器具 48 を用いてスタッダードパンプ 47 を加熱溶融し電極パッド 6 とリード 3 を接続する構成とされている。この接続方法によれば、電極パッド 6 が損傷するおそれなく、接続工程の信頼性を向上させることができる。

〔0110〕また、図 39 乃至図 42 に示した接続工程によれば、ワイヤ 8 を用いて電極パッド 6 とリード 3 を接続する構成に比べて電気抵抗を低減できるため、半導体装置 1 の電気特性を向上させることができ、高圧の半導体チップ 2 に対応することができる。

〔0111〕図 43 乃至図 44 は、封止樹脂配設工程の実施例を示している。上記した実施例では、図 23 及び図 24 に示されるように金型 30 を構成する下型 32 のキャビティ底面は半導体チップ 2 の上面 2a と直接当接し、この上面 2a には放熱特性を向上させる面から封止樹脂 4 が配置されない構成とされていた。

〔0112〕しかるに、半導体装置 1 が使用される環境が厳しい（例えば、多湿環境）時には放熱性よりも耐久性等をより必要とする場合が生じ、このような場合には封止樹脂 4 により半導体チップ 2 を完全に封止する必要がある。図 43 及び図 44 に示す金型 30 は、半導体チップ 2 を上面を経て完全に封止する構成とされてい

タビティ 52 が、図 43 に示されるように半導体チップ 2 の外周面から離脱しており、よって図 44 に示されるように封止樹脂 4 を金型に充填した状態で半導体チップ 2 の上面に封止樹脂 4 に封止された構成となる。このように、半導体チップ 2 に対する封止樹脂 4 の配置位置は、金型 30、50 に形成されるキャビティ 33、52 の形状を適宜変更することにより任意に設定することができる。

〔0114〕また、上型 31 にリード 3 に形成された突起 9 を嵌着する凹部を形成しておくことにより、図 45 に示されるような突起 9 が封止樹脂 4 から大きく突出した構成の半導体装置 60 を形成することも可能である。図 45 に示す半導体装置 60 は、突起 9 が封止樹脂 4 から大きく突出しているため実装基板 10 に対する実装性は良好であり、よって前記した実施例に係る半導体装置 1 のようにパンプ 5 を設ける必要はなく、半導体装置 6 0 の製造工程の簡略化を図ることができる。

〔0115〕

【発明の効果】上述の如く本発明によれば、下記の幾々の効果を実現することができる。請求項 1 及び請求項 2 記載の発明によれば、半導体チップは封止樹脂により封止されるため、耐熱性、強度的強度及び耐久性を向上させることができる。また、電極パッドとリードとの間で配線を引き回すことができるため、リードのレイアウトを電極パッドのレイアウトに向わらず設定することができる。また、実装基板とのマッチング性を向上させることができる。また、封止樹脂は引き回された配線を確実に保護するためこれによっても信頼性を向上させることができ。また外部接合部子は封止樹脂から露出しているため実装基板との電気的接続を確実に行うことができる。

〔0116〕また、請求項 3 記載の発明によれば、通常半導体チップとリードとの絶縁材として配設されるポリイミド膜を接着剤として用いてるため、半導体チップとリードの絶縁と接合を一括的に行うことができ、よって絶縁材と接着剤とを別個に配設する構成に比べて構造の簡略化及び製造の容易化を図ることができる。

〔0117〕また、請求項 4 記載の発明によれば、突起をリードと一緒に形成したことにより、突起とリードを別個の材料により構成する場合に比べて構造の簡略化を図ることができる。また、請求項 5 記載の発明によれば、封止としてワイヤを用いたことにより、前記した電極パッド 2 とリードとの間における配線の引き回しを容易に行うことができる。

〔0118〕また、請求項 6 記載の発明によれば、突起にパンプを形成したことにより、突起を直接実装基板に接する構成に比べて、半導体装置の実装基板への接続を容易に行うことができる。また、請求項 7 記載の発明によれば、接合部子 1 と、リード 3 とを直接接続する。

構成としているため、リードと半導体チップとの接着と接着を一括的に行うことができる。

〔0119〕また、後続工程では半導体チップに形成されている電極パッドと前記リードとを配線を引き回し接続するため、この引き回しを適宜設定することにより、電極パッドのレイアウトに対してリードのレイアウトを変更することが可能となる。また、半導体基板はリード形成工程、接着工程、後続工程及び封止電極配線工程の4工程のみで製造される。このように少ない工程で半導体基板が製造されるため、生産効率を向上させることができる。

〔0120〕また、請求項8記載の発明によれば、ポリイミド膜に印加する温度等を所定範囲内に制御することなく接着処理を行うことができるため、接着処理を容易に行うことができる。また、請求項8記載の発明によれば、後続工程で、電極パッドとリードとをダイレクトリードボンディング法を用いて電気的に接続するため、簡単にかつ確実に電極パッドとリードとの接着処理を行うことができる。

〔0121〕また、請求項10及び請求項11記載の発明によれば、アウターリード部のリードピッチに対してインナーリード部のリードピッチが小さく設定されているため、インナーリード部が電気的に接続される半導体チップの電極パッドの配線ピッチが小さくてもこれに対応させることができ、かつ実装基板と電気的には接続されるアウターリード部のリードピッチは大きいため、実装基板への実装性を向上させることができる。また、突起がアウターリード部に形成されることにより、この突起を外側接続端子して用いることができる。これによっても実装性を向上させることができる。

〔0122〕また、請求項12及び請求項13記載の発明によれば、突起が一體的に形成された突起部のリードを容易に形成することができる。また、請求項14記載の発明によれば、リードパターンを形成するリードパターン形成工程と、突起を形成する突起形成工程とを別個に行うことにより、基材の厚さを突起の高さに向からず設定することができ、よって薄い基材を用いることによりリードパターンの抜きピッチ化を図ることができる。また、突起形成工程においては、任意の高さを有する突起を形成することができる。なお、設計の自由度を向上させることができる。

〔0123〕更に、請求項15乃至17記載の発明によれば、突起形成工程において突起の形成を容易に行うことができる。

〔図面の附註の説明〕

〔図1〕本発明の一実施例である半導体基板を示す断面図である。

示す断面図である。

〔図4〕本発明の一実施例である半導体基板の実施例を示す断面図である。

〔図5〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第1実施例を説明するための図であり、基材を示す図である。

〔図6〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第1実施例を説明するための図であり、所定位置にマスクを配した状態を示す図である。

〔図7〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第1実施例を説明するための図であり、第1のエッチング工程が終了した状態を示す図である。

〔図8〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第1実施例を説明するための図であり、所定位置にマスクを配した状態を示す図である。

〔図9〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第1実施例を説明するための図であり、完成したリードフレームを示す図である。

〔図10〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第2実施例を説明するための図であり、第1の基材を示す図である。

〔図11〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第2実施例を説明するための図であり、第2の基材を示す図である。

〔図12〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第2実施例を説明するための図であり、第1の基材と第2の基材を接合した状態を示す図である。

〔図13〕リードパターンと突起パターンとが重なり合った部位を拡大して示す平面図である。

〔図14〕リードパターンと突起パターンとが重なり合った部位を拡大して示す側面図である。

〔図15〕本発明に係るリードフレームの製造方法の第2実施例を説明するための図であり、完成したリードフレームを示す図である。

〔図16〕本発明に係る半導体基板の製造工程の接着工程を説明するための図であり、ボンディングパッド部の形成を説明するための図である。

〔図17〕本発明に係る半導体基板の製造工程の接着工程を説明するための図であり、半導体チップにポリイミド膜を配線する処理を説明するための図である。

〔図18〕本発明に係る半導体基板の製造工程の接着工程を説明するための図であり、半導体チップにリードフレームを接続する処理を説明するための図である。

〔図19〕本発明に係る半導体基板の製造工程の接着工程を説明するための図であり、ポリイミド膜を接着剤として機能させて半導体チップとリードフレームとを接合する処理を説明するための図である。

示す図である。

【図21】本発明に係る半導体装置の製造工程の接着工程を説明するための図であり、キャビラリを用いてワイヤの配線処理を行っている状態を示す図である。

【図22】本発明に係る半導体装置の製造工程の接着工程を説明するための図であり、電極パッドとリードとの間にワイヤが配線された状態を示す図である。

【図23】本発明に係る半導体装置の製造工程の封止樹脂配線工程を説明するための図であり、半導体チップが金型に接着された状態を説明するための図である。

【図24】本発明に係る半導体装置の製造工程の封止樹脂配線工程を説明するための図であり、金型に封止樹脂が充填された状態を説明するための図である。

【図25】本発明に係る半導体装置の製造工程の封止樹脂配線工程を説明するための図であり、樹脂封止された半導体チップが金型から脱型された状態を説明するための図である。

【図26】本発明に係る半導体装置の製造工程のバンプ形成工程を説明するための図であり、ホーニング処理を実施している状態を示す図である。

【図27】本発明に係る半導体装置の製造工程のバンプ形成工程を説明するための図であり、外装メッキ処理を実施している状態を示す図である。

【図28】本発明に係る半導体装置の製造工程のバンプ形成工程を説明するための図であり、外装メッキ処理が終了した状態を示す図である。

【図29】本発明に係る半導体装置の製造工程のバンプ形成工程を説明するための図であり、バンプを形成した状態を示す図である。

【図30】本発明に係る半導体装置の製造工程のバンプ形成工程を説明するための図であり、完成した半導体装置を示す図である。

【図31】本発明に係る半導体装置のはめ工程を説明するための図であり、ソケットを用いて試験を行う方法を示す図である。

【図32】本発明に係る半導体装置のはめ工程を説明するための図であり、プローブを用いて試験を行う方法を示す図である。

【図33】半導体装置を実基板に実装する実装工程を説明するための図である。

【図34】突起の平面形状を異ならせた変形性を示す図である。

【図35】突起の断面形状を異ならせた変形性を示す図である。

【図36】スタッドバンプにより突起を形成する構成を説明するための図である。

【図37】スタッドバンプにより突起を形成する構成の

【図39】接続構成の変形例を示す図であり、電極パッドに直接リードを作成する方法を説明するための図である。

【図40】接続構成の変形例を示す図であり、電極パッドに直接リードが接続された状態を示す図である。

【図41】接続構成の変形例を示す図であり、電極パッドにリードをスタッドバンプを介して接続する方法を説明するための図である。

【図42】接続構成の変形例を示す図であり、電極パッドにリードをスタッドバンプを介して接続した状態を示す図である。

【図43】封止樹脂配線工程の変形例を説明するための図であり、金型に半導体チップが接着された状態を示す図である。

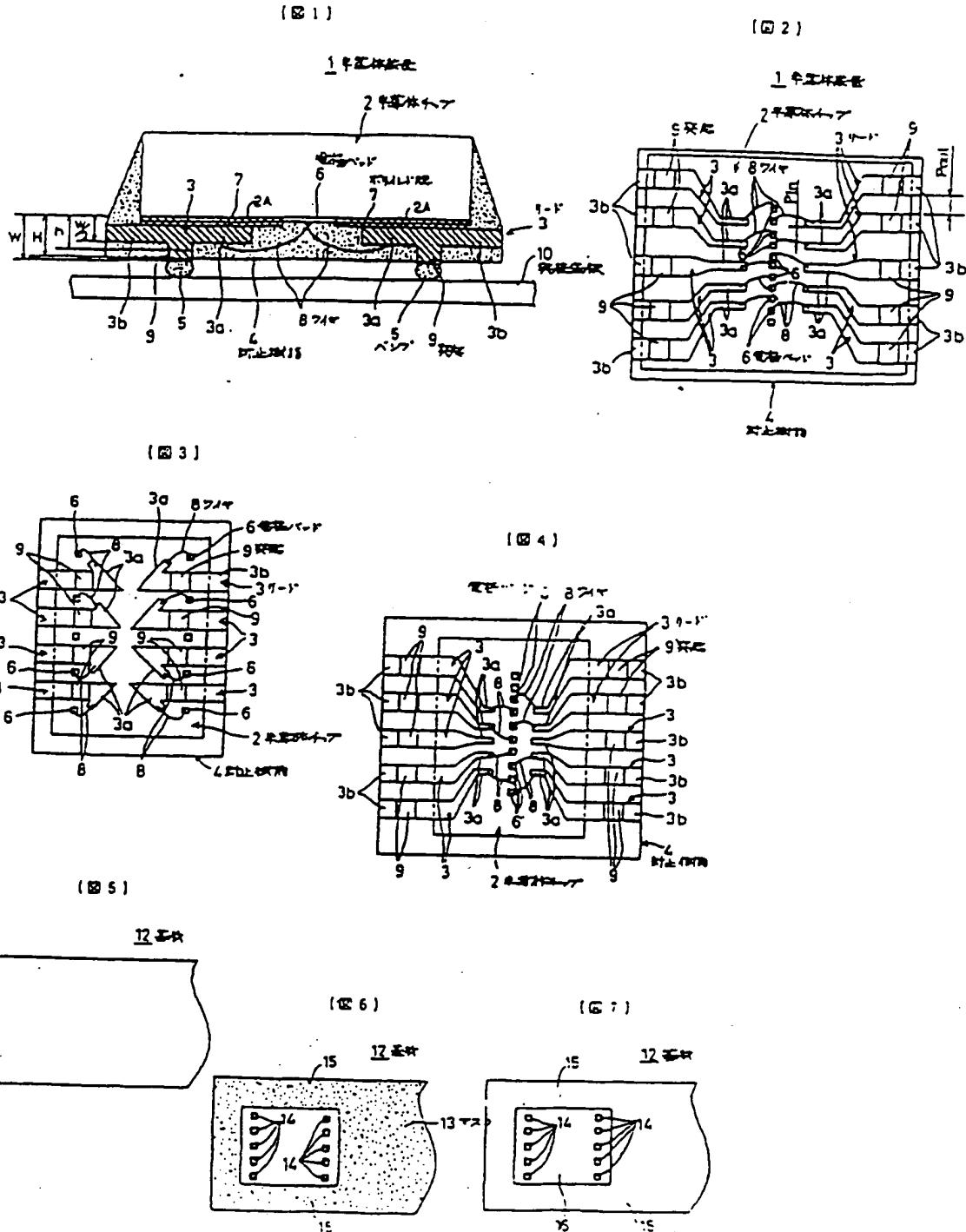
【図44】封止樹脂配線工程の変形例を説明するための図であり、金型に封止樹脂が充填された状態を示す図である。

【図45】突起が封止樹脂より大きく突出した構成の半導体装置を示す図である。

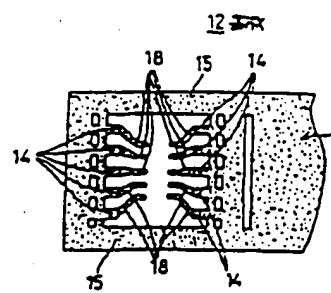
【符号の説明】

1. 60 半導体装置
- 2 半導体チップ
- 3 リード
- 3a インナーリード部
- 3b アウターリード部
- 4 封止樹脂
- 5 バンプ
- 6 電極パッド
- 8 ワイヤ
9. 9A~9I 突起
- 10 実基板
11. 20 リードフレーム
- 12 基材
13. 17 マスク
- 21 第1の基材
- 22 第2の基材
- 23 リードパターン
- 24 突起パターン
- 28 標具
- 29 キャビラリ
30. 50 金型
- 31 上型
32. 51 下型
33. 52 キャビティ
- 34 半田用
- 35 半田板
- 41 基電性部材

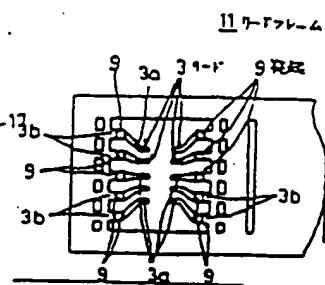
48 灰熊拾見



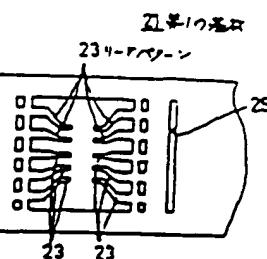
(图8)



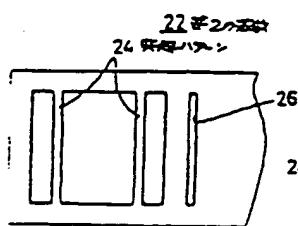
( 9 )



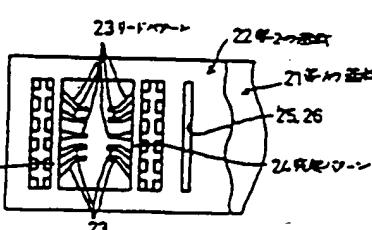
(四〇)



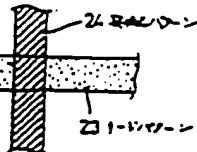
{ 8 1 1 }



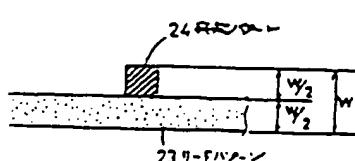
(图 12)



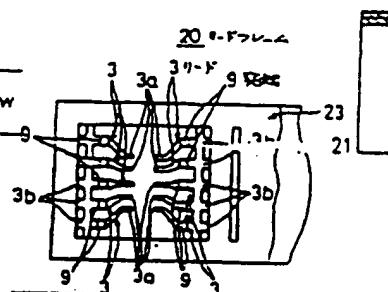
( 13 )



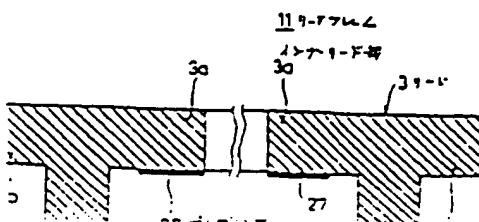
[圖 14]



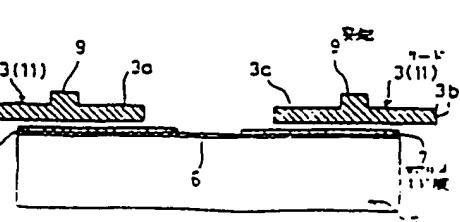
〔四〕 5



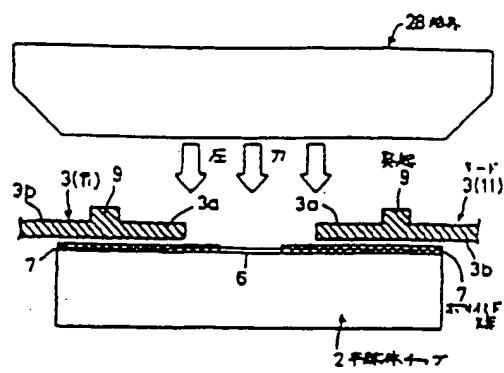
( 6 )



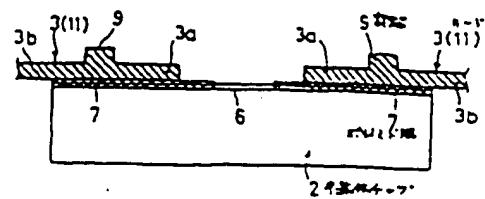
1818



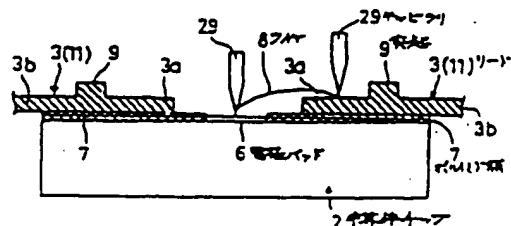
{ 19 }



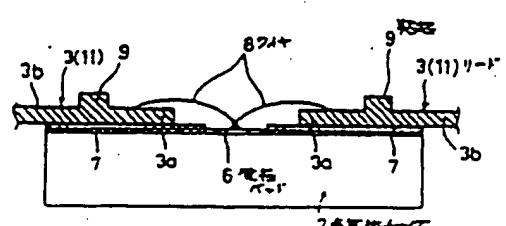
( 20 )



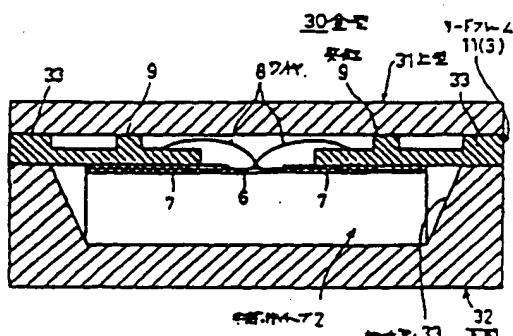
(图21)



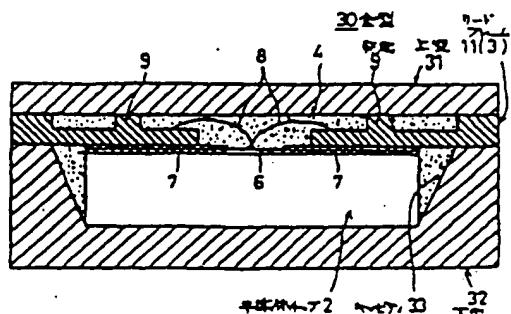
(E 2 2)



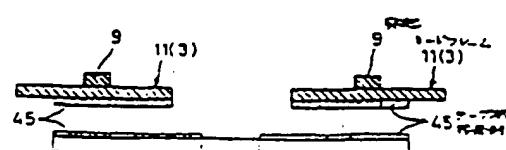
( 2 3 )



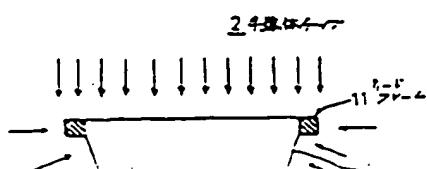
(图24)



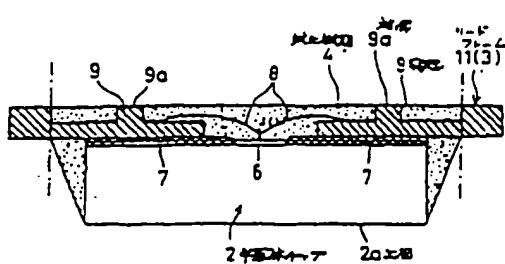
(图38)



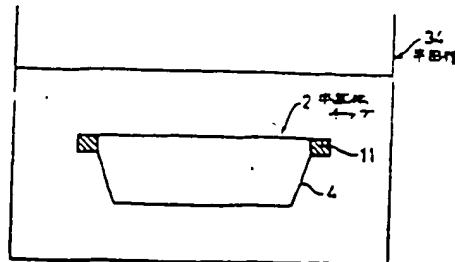
(四二六)



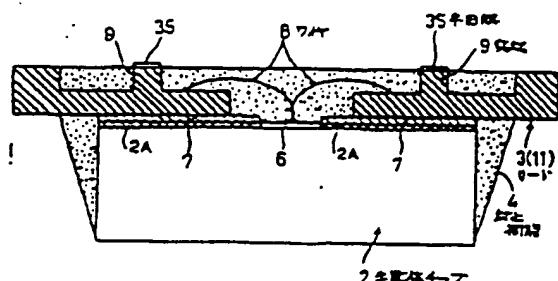
( 図 2 5 )



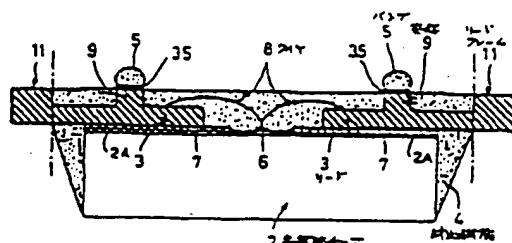
( 図 2 7 )



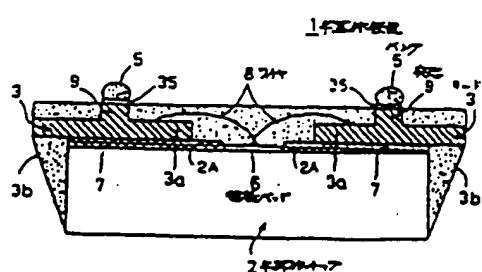
( 図 2 8 )



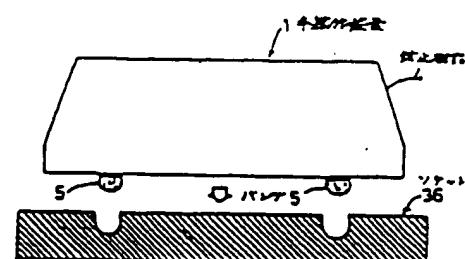
( 図 2 9 )



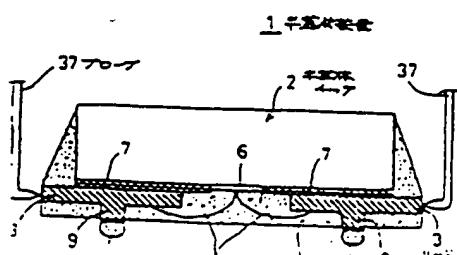
( 図 3 0 )



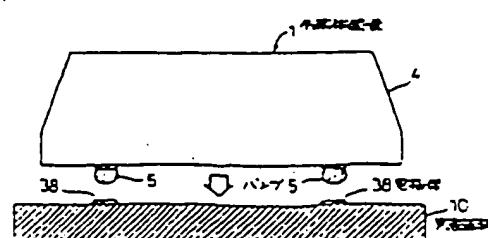
( 図 3 1 )



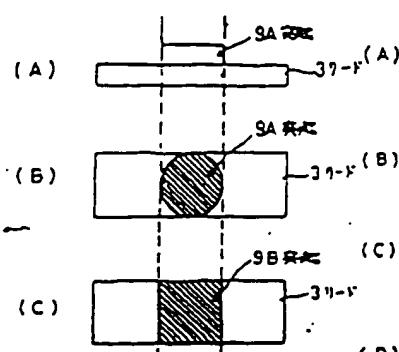
( 図 3 2 )



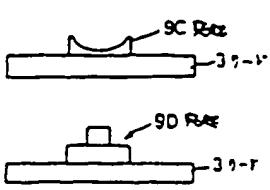
( 図 3 3 )



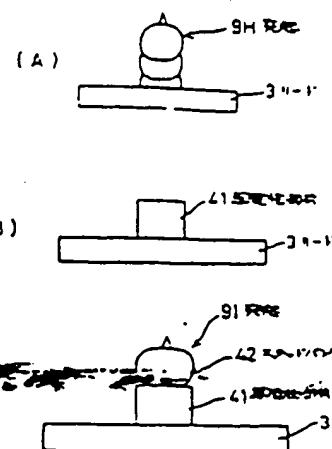
(図34)



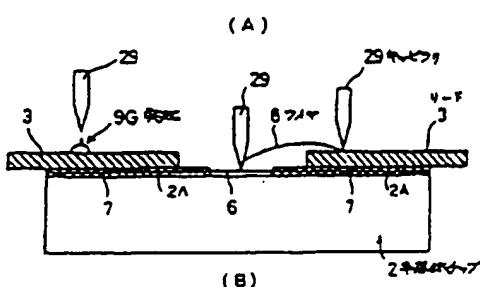
(図35)



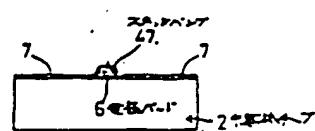
(図37)



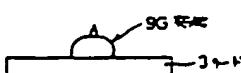
(図36)



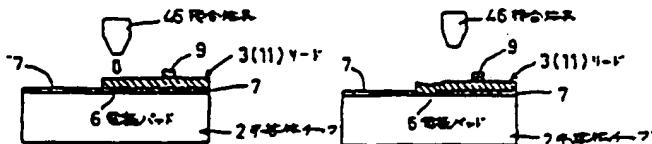
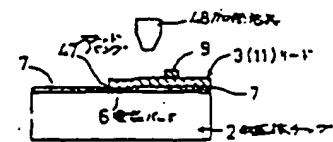
(図41)



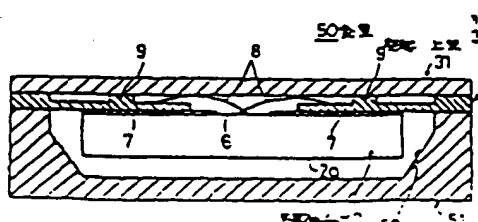
(図39)



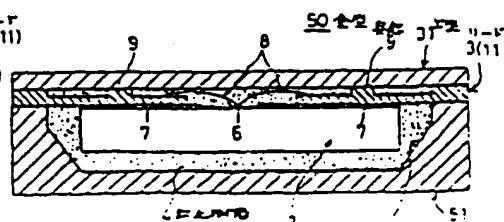
(図40)



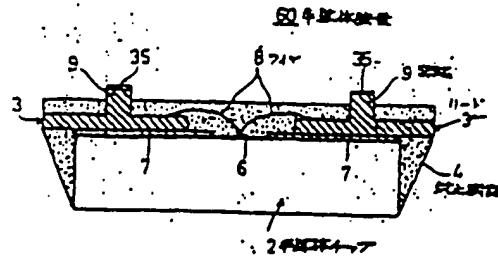
(図43)



(図44)



(图45)



## フロントページの歴史

(72) 見明者 字野 正  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 見明者 岩代 哲也  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72) 見明者 脇 政信  
鹿児島県薩摩郡入来町副田5950番地  
株式会社九州富士通エレクトロニクス内

M-5599 US  
8-306853

JAPANESE PATENT LAID-OPEN PUBLICATION NO. HEISEI 8-306853

(TITLE OF THE INVENTION)

5 SEMICONDUCTOR DEVICE, FABRICATION METHOD THEREOF,  
AND FABRICATION METHOD FOR LEAD FRAME

[CLAIMS]

1. A semiconductor device including a semiconductor chip  
provided with electrode pads formed to have a first pitch, leads  
10 electrically connected to the electrode pads by a wiring,  
respectively, and a resin encapsulate for encapsulating the  
semiconductor chip, wherein:

15 protrusions are formed on the leads, respectively, in  
such a fashion that they have a second pitch different from the  
first pitch; and

the resin encapsulate is arranged to encapsulate the  
wiring connected between the electrode pads and the leads while  
allowing the protrusions to be exposed.

20 2. A semiconductor device including a semiconductor chip  
provided with electrode pads formed to have a first pitch, leads  
electrically connected to the electrode pads by a wiring,  
respectively, and a resin encapsulate for encapsulating the  
semiconductor chip, wherein:

25 protrusions are formed on the leads, respectively, in

such a fashion that they have a second pitch different from the first pitch; and

the resin encapsulate has a thickness from a surface of the semiconductor chip formed with the electrode pass not more than a height from the semiconductor chip surface to each 5 protrusion, but not less than the height from the semiconductor chip surface to the wiring.

3. The semiconductor device according to claim 1 or 2,  
10 wherein the semiconductor chip and the leads are bonded together by an adhesive comprised of a polyimide film.

4. The semiconductor device according to any one of claims 1 to 3, wherein each of the protrusions is formed in such 15 a fashion that it is integrally with an associated one of the leads.

5. The semiconductor device according to any one of claims 1 to 4, wherein the wiring comprises wires.

20  
6. The semiconductor device according to any one of claims 1 to 5, wherein each of the protrusions is formed with a bump.

25  
7. A method for fabricating a semiconductor device

comprising the steps of:

forming leads each provided with a protrusion at a region where an outer connecting terminal is to be formed;

arranging a polyimide film on at least one of the leads  
5 and the semiconductor chip, pressing the leads and the semiconductor chip by a desired pressure while interposing the polyimide film between the leads and the semiconductor chip, and heating the polyimide film to a desired temperature to allow the polyimide film to serve as an adhesive, thereby bonding the  
10 leads and the semiconductor chip together;

connecting the electrode pads formed on the semiconductor chip to the leads by a wiring, respectively, thereby electrically connecting the electrode pads and the leads together; and

15 forming a resin encapsulate adapted to partially or completely encapsulating the wiring and the semiconductor chip while allowing each of the protrusions to be exposed at a tip surface thereof.

20 8. The method according to claim 7, wherein a thermoplastic adhesive is applied to both surfaces of the polyimide film when the leads and the semiconductor chip are bonded together by the polyimide film at the bonding step.

25 9. The method according to claim 7 or 8, wherein the

electrode pads and the leads are electrically connected together using a direct lead bonding process at the connecting step.

10. A lead frame provided with a plurality of leads each  
5 having an inner lead portion and an outer lead portion, wherein  
the inner lead portion have a lead pitch less than a lead  
pitch of the outer lead portions, and each of the outer lead  
portion has a protrusion integrally formed therewith.

10 11. The lead frame according to claim 10, wherein the  
lead pitch ( $P_{out}$ ) of the outer lead portions is substantially  
equal to the thickness ( $W$ ) of each lead at a region where the  
protrusion is formed, and the lead pitch ( $P_{in}$ ) of the inner lead  
portions corresponds to about half the lead pitch ( $P_{out}$ ) of the  
15 outer lead portions ( $P_{in} = P_{out}/2$ ).

12. A method for fabricating a lead frame according to  
claim 10 or 11, comprising:

20 a primary etching step for conducting a half-etching  
process for a blank while using a mask arranged on the blank at  
the protrusion forming region; and

a secondary etching step for conducting a half-etching  
process for the blank while using a mask arranged on the blank  
at the lead forming region.

13. A method for fabricating a lead frame according to  
claim 10 or 11, comprising the steps of:

preparing a first blank and a second blank respectively  
having thicknesses selected in such a fashion that they have a  
5 total thickness corresponding to the height of the protrusions  
when they are overlapped with each other;

forming a lead pattern having a planar shape  
corresponding to the shape of the leads on the first blank;

10 forming a protrusion pattern on the second blank in such  
a fashion that the protrusion pattern is arranged at the  
protrusion forming region;

15 overlapping the first blank formed with the lead pattern  
and the second blank formed with the protrusion pattern  
together, and bonding the first and second blanks to each other  
in such a fashion that the lead pattern and the protrusion  
pattern are overlapped with each other at the protrusion forming  
region; and

removing unnecessary portions of the first and second  
blanks.

20

14. A method for fabricating a lead frame according to  
claim 10 or 11 comprising the steps of:

forming a lead pattern having a planar shape  
corresponding to a shape of the leads on a blank; and

25 forming the protrusions at a desired region on the lead

pattern after completion of the lead pattern forming step.

15. The method according to claim 14, wherein the  
protrusion forming step is achieved by overlapping one or more  
5 bumps on the lead pattern at a desired region to form the  
protrusion.

16. The method according to claim 14, wherein the  
protrusion forming step is achieved by arranging a conductive  
10 member on the lead pattern at a desired region to form the  
protrusion.

17. The method according to claim 14, wherein the  
protrusion forming step is achieved by subjecting a desired  
15 portion of the lead pattern to a plastic shaping process to form  
the protrusion.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[FIELD OF THE INVENTION]

20 The present invention relates to a semiconductor device,  
a method for fabricating the semiconductor device, and a method  
for fabricating a lead frame used in the semiconductor device.  
In particular, the present invention relates to a semiconductor  
device having a structure encapsulating a semiconductor chip and  
25 leads by resin, a method for fabricating the semiconductor

device, and a method for fabricating a lead fram used in the semiconductor device.

The recent trend of electronic appliances to be down-sized has resulted in efforts to achieve an increased density 5 and increased mounting efficiency of semiconductor devices. It is also expected to obtain an improvement in the reliability of electronic appliances. In addition, there is demand for an improvement in the reliability of semiconductor devices. Furthermore, it is expected for semiconductor devices to achieve 10 a reduction in costs.

Accordingly, developments of semiconductor devices capable of satisfying the above mentioned demands are strongly required.

15 (DESCRIPTION OF THE PRIOR ART)

Recently, a flip chip type mounting structure has been proposed as a scheme capable of achieving a high-density mounting. Such a flip chip type mounting structure is widely used in multi chip modules (MCMs). In accordance with the flip 20 chip mounting scheme applied to MCMs, no resin encapsulate is formed. Instead, bumps are formed on electrode pads of a semiconductor chip (bare chip), respectively. In this case, mounting of the bare chip is achieved by bonding the bare chip to electrode portions formed on a circuit board (mother board) 25 in a face down bonding fashion.

In accordance with the use of the flip chip type mounting structure, it is possible to mount semiconductor devices on a mother board at a high density. An improvement in electrical characteristics is also achieved because the semiconductor devices are electrically connected to the mother board by means of bumps directly formed on the bare chips of the semiconductor devices.

[SUBJECT MATTERS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

10 However, the bare chips not encapsulated by resin involve problems in that they exhibit a degradation in heat resistance, mechanical strength, and temperature resistance. Furthermore, since bumps are directly formed on electrode pads formed on each bare chip, the layout of the electrode pads formed on the bare 15 chip is rendered to be the layout of outer connecting terminals (bumps) as it is.

Generally, semiconductor chips have different layouts of electrode pads thereof in accordance with the manufacturers thereof. Accordingly, even for semiconductor devices having the 20 same function, the user should design a wiring pattern of the mother board to match the kind of those semiconductor devices (manufacturer). In the conventional mounting structure using bare chips, there are problems of a degradation in the matching ability of semiconductor devices to the mother board and an 25 increased burden to the user because no standardization for

outer electrode terminals of semiconductor devices is made.

In order to solve the above mentioned problems, the standardization may probably be made by processing the surface of a chip and forming a wiring on the processed chip surface.

5 However, this scheme requires a number of processes with a high accuracy to form a desired wiring. Furthermore, there are problems of an increase in costs and a degradation in the efficiency of production.

The present invention has been made in view of the above mentioned problems, and an object of the invention is to provide 10 a semiconductor device, a method for fabricating the semiconductor device, and a method for fabricating a lead frame used in the semiconductor device, which are capable of achieving a standardization of outer electrode terminals to keep the 15 reliability of a semiconductor chip used, a reduction in costs, and an improvement in the efficiency of production.

(MEANS FOR SOLVING THE SUBJECT MATTERS)

The above subject matters can be solved by the following 20 means.

The invention of claim 1 is characterized by a semiconductor device including a semiconductor chip provided with electrode pads formed to have a first pitch, leads 25 electrically connected to the electrode pads by a wiring, respectively, and a resin encapsulate for encapsulating the

semiconductor chip, wherein: protrusions are formed on the leads, respectively, in such a fashion that they have a second pitch different from the first pitch; and the resin encapsulate is arranged to encapsulate the wiring connected between the 5 electrode pads and the leads while allowing the protrusions to be exposed.

The invention of claim 2 is characterized by a semiconductor device including a semiconductor chip provided with electrode pads formed to have a first pitch, leads 10 electrically connected to the electrode pads by a wiring, respectively, and a resin encapsulate for encapsulating the semiconductor chip, wherein: protrusions are formed on the leads, respectively, in such a fashion that they have a second pitch different from the first pitch; and the resin encapsulate has a thickness from a surface of the semiconductor chip formed 15 with the electrode pads not more than a height from the semiconductor chip surface to each protrusion, but not less than the height from the semiconductor chip surface to the wiring.

The invention of claim 3 is characterized by the 20 semiconductor device according to claim 1 or 2, wherein the semiconductor chip and the leads are bonded together by an adhesive comprised of a polyimide film.

The invention of claim 4 is characterized by the 25 semiconductor device according to any one of claims 1 to 3, wherein each of the protrusions is formed in such a fashion that

it is integrally with an associated one of the leads. The invention of claim 5 is characterized by the semiconductor device according to any one of claims 1 to 4, wherein the wiring comprises wires.

5        The invention of claim 6 is characterized by the semiconductor device according to any one of claims 1 to 5, wherein each of the protrusions is formed with a bump. The invention of claim 4 is characterized by a method for fabricating a semiconductor device comprising the steps of:

10      forming leads each provided with a protrusion at a region where an outer connecting terminal is to be formed; arranging a polyimide film on at least one of the leads and the semiconductor chip, pressing the leads and the semiconductor chip by a desired pressure while interposing the polyimide film between the leads and the semiconductor chip, and heating the polyimide film to a desired temperature to allow the polyimide film to serve as an adhesive, thereby bonding the leads and the semiconductor chip together; connecting the electrode pads formed on the semiconductor chip to the leads by a wiring, respectively, thereby electrically connecting the electrode pads and the leads together; and forming a resin encapsulate adapted to partially or completely encapsulating the wiring and the semiconductor chip while allowing each of the protrusions to be exposed at a tip surface thereof.

20      The invention of claim 8 is characterized by the method

according to claim 7, wherein a thermoplastic adhesive is applied to both surfaces of the polyimide film when the leads and the semiconductor chip are bonded together by the polyimide film at the bonding step.

5        The invention of claim 9 is characterized by the method according to claim 7 or 8, wherein the electrode pads and the leads are electrically connected together using a direct lead bonding process at the connecting step.

10      The invention of claim 10 is characterized by a lead frame provided with a plurality of leads each having an inner lead portion and an outer lead portion, wherein the inner lead portion have a lead pitch less than a lead pitch of the outer lead portions, and each of the outer lead portion has a protrusion integrally formed therewith.

15      The invention of claim 11 is characterized by the lead frame according to claim 10, wherein the lead pitch (Pout) of the outer lead portions is substantially equal to the thickness (W) of each lead at a region where the protrusion is formed, and the lead pitch (Pin) of the inner lead portions corresponds 20 to about half the lead pitch (Pout) of the outer lead portions (Pin = Pout/2). The invention of claim 12 is characterized by a method for fabricating a lead frame according to claim 10 or 11, comprising: a primary etching step for conducting a half-etching process for a blank while using a mask arranged on the blank at 25 the protrusion forming region; and a secondary etching step for

conducting a half-etching process for the blank while using a mask arranged on the blank at the lead forming region.

The invention of claim 13 is characterized by a method for fabricating a lead frame according to claim 10 or 11, comprising the steps of: preparing a first blank and a second blank respectively having thicknesses selected in such a fashion that they have a total thickness corresponding to the height of the protrusions when they are overlapped with each other; forming a lead pattern having a planar shape corresponding to the shape of the leads on the first blank; forming a protrusion pattern on the second blank in such a fashion that the protrusion pattern is arranged at the protrusion forming region; overlapping the first blank formed with the lead pattern and the second blank formed with the protrusion pattern together, and bonding the first and second blanks to each other in such a fashion that the lead pattern and the protrusion pattern are overlapped with each other at the protrusion forming region; and removing unnecessary portions of the first and second blanks.

The invention of claim 14 is characterized by a method for fabricating a lead frame according to claim 10 or 11 comprising the steps of: forming a lead pattern having a planar shape corresponding to a shape of the leads on a blank; and forming the protrusions at a desired region on the lead pattern after completion of the lead pattern forming step.

The invention of claim 15 is characterized by the method

according to claim 14, wherein the protrusion forming step is achieved by overlapping one or more bumps on the lead pattern at a desired region to form the protrusion.

5 The invention of claim 16 is characterized by the method according to claim 14, wherein the protrusion forming step is achieved by arranging a conductive member on the lead pattern at a desired region to form the protrusion.

10 The invention of claim 17 is characterized by the method according to claim 14, wherein the protrusion forming step is achieved by subjecting a desired portion of the lead pattern to a plastic shaping process to form the protrusion.

[FUNCTIONS]

Each of the above mentioned means serves as follows.

15 In accordance with the invention of claims 1 and 2, it is possible to achieve an improvement in heat resistance, mechanical strength, and temperature resistance. Since the electrode pads and leads are connected together using wires, it is possible to set the layout of the leads irrespective of the 20 layout of the electrode pads. An improvement in the matching ability of the semiconductor device to the circuit board. The resin encapsulate provides an improvement in reliability because it surely protects the connected wires. Since the outer connecting terminals are exposed from the resin encapsulate, the 25 electrical connection of the semiconductor device to the circuit

board can be surely provided.

In accordance with the invention of claim 3, the insulating and bonding processes for the semiconductor chip and leads can be simultaneously conducted because the polyimide film, as an insulating member, interposed between the semiconductor chip and the leads serves as an adhesive.

Accordingly, it is possible to simplify the structure of the semiconductor device while achieving an easy fabrication of the semiconductor device, as compared to the case in which the insulating member and the adhesive are separately provided.

In accordance with the invention of claim 4, each protrusion is integrally formed with an associated one of the leads. Accordingly, it is possible to achieve a simplification in structure, as compared to the case in which the protrusion and lead are formed using separate materials, respectively. In accordance with the invention of claim 5, a wire is used for the connection between the electrode pad and lead. Accordingly, it is possible to achieve an easy connection for the wire between the electrode pad and lead.

In accordance with the invention of claim 6, a bump is formed on each protrusion. Accordingly, it is possible to achieve an easy connection of the semiconductor device to the circuit board, as compared to the case in which the protrusion is directly mounted on the circuit board. In accordance with the invention of claim 7, the leads and semiconductor chip are

bonded together by maintaining the polyimide film at a certain temperature and a certain pressure, thereby causing the polyimide film to serve as an adhesive. Accordingly, the insulating and bonding processes for the leads and semiconductor 5 chip can be simultaneously conducted.

Since each electrode pad formed on the semiconductor chip is connected to an associated one of the leads by means of a wire in the bonding process, it is possible to vary the layout of the leads with respect to the layout of the electrode pads by 10 selecting an appropriate connection method. The fabrication of the semiconductor device involves only four processes, that is, a lead forming process, a bonding process, a connecting process, and a resin encapsulating process. Since the fabrication of semiconductor device is achieved using a reduced number of 15 processes, as mentioned above, an improvement in production efficiency is obtained.

In accordance with the invention of claim 8, an easy bonding process can be achieved because the bonding process can be conducted without a control for the temperature applied to 20 the polyimide film within a desired range.

In accordance with the invention of claim 9, the connection between the electrode pads and the leads can be simply and surely achieved because the electrode pads and leads are electrically connected together in accordance with a direct 25 lead bonding process. In accordance with the invention of claim

10 and 11, the lead pitch of the outer lead portions is less than the lead pitch of the inner lead portions. Accordingly, the inner leads can cope with a small pitch of the electrode pads on the semiconductor chip to which the inner lead portions are electrically connected. Furthermore, the mounting efficiency of the semiconductor device to the circuit board is improved because the lead pitch of the outer lead portions electrically connected to the circuit board is large. Since each protrusion is formed on an associated one of the outer lead portions, it can be used as an outer connecting terminal. Accordingly, it further improves the mounting efficiency.

In accordance with the invention of claim 12, it is possible to form leads each integrally formed with a protrusion by conducting a primary etching process for the blank in accordance with a half-etching method in such a fashion that the blank has a reduced thickness at its portion except for the region to be formed with the protrusions and then conducting a secondary etching process for the thickness-reduced portion of the blank to form the leads.

20 The pitch of the leads is determined by the thickness of the blank upon forming the leads. In other words, it is only possible to form leads having a pitch substantially equal to the thickness of the blank. Accordingly, a reduced lead pitch can be obtained when the blank has a reduced thickness.

25 Meanwhile, where leads provided with protrusions are

formed, the thickness of the blank is determined by the height of the protrusions. It is impossible to form leads having a small pitch by simply etching the blank having a thickness equal to the height of the protrusions. In accordance with the 5 present invention, however, it is possible to form leads having a small pitch, even when the leads have a structure provided with protrusions, by conducting a primary etching process for the blank in accordance with a half-etching method in such a fashion that the blank has a reduced thickness at its portion 10 except for the region to be formed with the protrusions, and then conducting a secondary etching process for the thickness-reduced portion of the blank to form the leads. As apparent from the above description, the pitch of the protrusions can be reduced to a pitch substantially equal to the thickness of the 15 blank.

In accordance with the invention of claim 13, the first and second blanks have thicknesses respectively selected in such a fashion that they have a total thickness corresponding to the height of the protrusions when they are overlapped with each 20 other. For this reason, each of the first and second blanks has a thickness less than the height of the protrusions. In the lead pattern forming step, a lead pattern having the same shape as the whole shape of the leads is formed on the thin first blank. Accordingly, it is possible to reduce the lead pitch of 25 the lead pattern formed in accordance with the above mentioned

relation between the blank thickness and lead pitch.

In the protrusion pattern forming step, a protrusion pattern is formed on the second blank in such a fashion that it is arranged at the protrusion forming region. In the bonding step, the first and second blanks are bonded together in a state in which they are overlapped with each other. The lead pattern and protrusion pattern are overlapped with each other at the protrusion forming region. The blank thickness at the protrusion forming region corresponds to a desired height of the protrusions. At the removing step, unnecessary portions of the blanks are removed, thereby forming leads.

Accordingly, a reduction in lead pitch is achieved because the thickness of the blank used in the formation of the lead pattern is small. On the other hand, since the lead pattern and protrusion pattern are overlapped with each other at the protrusion forming region, it is possible to form protrusions having a desired thickness. In accordance with the invention of claim 14, the lead pattern forming step and the protrusion forming step are conducted in a separate fashion.

Accordingly, the thickness of a blank used can be selected irrespective of the height of the protrusion. Therefore, it is possible to reduce the pitch of a lead pattern when a thin blank is used. In the protrusion forming process, it is possible to form protrusions having an optional height. An improvement in the freedom of design is also achieved.

In accordance with the invention of claims 15 to 17, it is possible to easily conduct the protrusion forming process.

[EMBODIMENTS]

5 Now, preferred embodiments of the present invention will be described in conjunction with the annexed drawings. Figs. 1 and 2 illustrate a semiconductor device 1 according to an embodiment of the present invention. Fig. 1 is a cross-sectional view of the semiconductor device 1 whereas Fig. 2 is a  
10 bottom view of the semiconductor device 1.

As shown in the figures, the semiconductor device 1 mainly includes a semiconductor chip 2, a plurality of leads 3, a resin encapsulate 4, and bumps 5. The semiconductor chip 2 is provided at the central portion of its lower surface with a plurality of electrode pads 6 arranged in a line. Each of the  
15 leads 3 has an inner lead portion 3a and an outer lead portion 3b. The leads 3 are bonded to the lower surface of the semiconductor chip 2 by means of a polyimide film 7.

The polyimide film 7 serves as an insulating member for  
20 electrically insulating the leads 3 from a circuit surface 2A formed on the lower surface of the semiconductor chip 2. The polyimide film 7 also serves as an adhesive for bonding the leads 3 to the semiconductor chip 2 as described hereinafter. Since the polyimide film 7 functions as both the insulating  
25 member and the adhesive, it is possible to simplify the

structure of the semiconductor device 1 which achieving an easy fabrication of the semiconductor device 1, as compared to the case in which the insulating member and the adhesive are separately provided.

5        Wires 8 are arranged between the inner leads 3a and the electrode pads 6 of the semiconductor chip 2, respectively. The semiconductor chip 2 is electrically connected with the leads 3 by the wires 8, respectively. A protrusion 9 is formed at a desired position of the outer lead portion 3b included in each  
10      lead 3 in such a fashion that it is integral with the outer lead portion 3b. In most cases, the leads 3 having the above mentioned structure are arranged on the lower surface of the semiconductor chip 2. This arrangement is called a "lead on chip (LOC)" structure. By virtue of this arrangement, the  
15      semiconductor device 1 can be miniaturized.

20      The resin encapsulate 4 is made of, for example, epoxy resin. This resin encapsulate 4 is formed in accordance with a molding process, as described hereinafter. The resin encapsulate 4 is disposed at the lower surface and side surfaces of the semiconductor chip 2 to have desired thicknesses, respectively. In the illustrated embodiment, the resin encapsulate 4 does not exist at the upper surface of the semiconductor chip 2, that is, a heat dissipation surface.

25      The resin encapsulate 4 is configured in such a fashion that its thickness (indicated by the arrows H) from the surface

of the semiconductor chip 2 formed with the electrode pads 6, that is, the lower surface of the resin encapsulate 4, is not more than the height (indicated by the arrows W) from the lower surface of the resin encapsulate 4 to the tip of the protrusion 9, but not less than the height (indicated by the arrows h) from the lower surface of the resin encapsulate 4 to the apex of a roof of the wire 8 ( $h \leq H \leq W$ ). By virtue of this configuration, at least the tip 9a of each protrusion 9 is surely exposed from the resin encapsulate 4. In this case, the wires 8 and the leads 3, except for the exposed portions of the protrusions 9, are encapsulated by the resin encapsulate 4.

Since the semiconductor device 1 of this embodiment is configured in such a fashion that a desired portion of the semiconductor chip (that is, the portion except for the upper surface) is encapsulated by the resin encapsulate, it is possible to achieve an improvement in heat resistance, mechanical strength, and temperature resistance. Also, an improvement in the reliability of the semiconductor device 1 is achieved because the resin encapsulate 4 surely protects the wires 8. In addition, it is possible to surely obtain an electrical connection to a circuit board 10 because at least the tip 9a of each protrusion 9 serving as an outer connection terminal is surely exposed from the resin encapsulate 4.

Now, a description will be made in conjunction with a plurality of leads 3 arranged on the lower surface of the

semiconductor chip 2 while referring to Fig. 2. For the convenience of description, the resin encapsulate 4 arranged on the lower surface of the semiconductor chip 2 is removed from Fig. 2. As shown in Fig. 2, the leads 3 are configured in such a fashion that the lead pitch of adjacent inner lead portions 3a (indicated by the arrows Pin) is less than the lead pitch of adjacent outer lead portions 3b (indicated by the arrows Pout).  
5 In detail, the lead pitch Pin of the inner lead portions 3a corresponds to about half the lead pitch Pout of the outer lead portions 3b ( $Pin = Pout/2$ ). The lead pitch Pout of the outer lead portions 3b is substantially equal to the thickness W of each lead 3 at a region where the protrusion 9 is formed.  
10

Since the lead pitch Pin of the inner lead portions 3a is small as compared to the lead pitch Pout of the outer lead portions 3b, the inner lead portions 3a can cope with a possible small pitch of the electrode pads 6 of the semiconductor chip 2 to which the inner lead portions 3a are electrically connected. On the other hand, since the lead pitch Pout of the outer lead portions 3b (protrusions 9) electrically connected to the  
15 circuit board 10 is large, it is possible to achieve an improvement in the mounting efficiency of the semiconductor device 1 on the circuit board 10.  
20

Meanwhile, the semiconductor device 1 according to the illustrated embodiment has a configuration in which the  
25 electrical connection of the electrode pads 6 arranged on the

semiconductor chip 2 to the circuit board 10 is not achieved by the bumps 5 directly formed on the electrode pads 6, but achieved by the wires 8 arranged between the electrode pads 6 and the inner leads 3a. Accordingly, an electrical signal from each electrode pad 6 can be transferred to the outside of the semiconductor device 1 via the associated lead 3 and wire 8. This makes it possible to set the layout of the leads 3 irrespective of the layout of the electrode pads 6.

In the case of Fig. 2, electrical signals from the 10 electrode pads 6 centrally formed on the semiconductor chip 2 are outwardly transferred via the wires 8 and leads 3. Also, the protrusions 9, which serve as outer connecting terminals, are arranged at the peripheral portion of the semiconductor chip 2. Where the electrode pads 6 are formed at the peripheral 15 portion of the semiconductor chip 2, as shown in Fig. 3, it is possible to arrange the protrusions 9 serving as outer connecting terminals at a region inside the electrode pads 6 because electrical signals from the electrode pads 6 can be outwardly transferred via the wires 8 and leads 3. Furthermore, 20 the protrusions 9 serving as outer connecting terminals may be arranged at a region outside the semiconductor chip 2, as shown in Fig. 4.

Since electrical signals from the electrode pads 6 can be outwardly transferred using the leads and wires 8, an 25 improvement in the matching ability of the semiconductor device

1 to the circuit board 10 is achieved. It is also possible to easily set the layout of the protrusions 9, which serve as outer connecting terminals, to be the layout of standard outer connecting terminals. Accordingly, a reduction in the burden to 5 the user of the semiconductor device 1 is achieved.

Now, a method for fabricating the semiconductor device 1 having the above mentioned configuration will be described. The semiconductor device 1 according to the present invention is fabricated using four basic processes, that is, a lead forming 10 process, a bonding process, a connecting process, and a resin encapsulating process, along with two additional processes, that is, a bump forming process and a testing process. The fabrication method will be described in conjunction with the above mentioned processes, respectively.

15 Figs. 5 to 9 illustrate a first embodiment associated with the lead forming process. This lead forming process is a process for forming a lead frame 11 which is a blank for forming the leads 3. For the formation of the lead frame 11, a flat blank 12 is first prepared, as shown in Fig. 5. The blank 12 20 may be a lead frame blank made of, for example, 42 ALLOY and having a thickness corresponding to the height W of the protrusions 9.

Thereafter, a mask 13 (indicated by small dots) is arranged on the blank 12, as shown in Fig. 6. The mask 13 25 covers a region (denoted by the reference numeral 14) to be

formed with the protrusions 9 and a region (denoted by the reference numeral 15) to be formed with cradles.

After the arrangement of the mask 13, a half-etching process (primary etching process) is conducted for the blank 12. 5 In the illustrated embodiment, the half-etching process for the blank 12 is carried out in accordance with a wet etching method (of course, other etching methods, for example, a dry etching method, may be used). The etching time is set so that the thickness of an etched portion (the white portion in Fig. 6) 10 corresponds to about half the thickness  $W$  of the blank 12 ( $W/2$ ).

Fig. 7 shows a state in which the mask 13 is removed after completion of the half-etching process. In this state, the blank 12 maintains the thickness  $W$  only at its portion corresponding to the region 14 to be formed with protrusions 9 15 and its portion corresponding to the region 15 to be formed with cradles 15. The remaining portion of the blank 12 (denoted by the reference numeral 16) has a thickness corresponding to  $W/2$  by virtue of the half-etching.

After completion of the half-etching process as mentioned 20 above, the blank 12 is subjected to another etching process under the condition in which a mask 17 (indicated by small dots) is arranged to cover a region (denoted by the reference numeral 18) to be formed with leads 3 along with the region 15 to be formed with cradles.

25 In accordance with the etching process (secondary etching

process), the portions of the blank 12 not covered with the mask 17 are removed. Thus, a lead frame 11 provided with a plurality of leads 3 having a structure as shown in Fig. 9 is obtained. If necessary, silver may be plated on a desired portion of the 5 lead frame 11 (corresponding to the region formed with the leads 3).

The lead frame 11 formed as mentioned above has a structure in which each lead 3 has an inner lead portion 3a, an outer lead portion 3b, and a protrusion 9 integrally formed 10 together. In this structure, the protrusion 9 has a thickness corresponding to W whereas the inner lead portion 3a and the outer lead portion 3b except for its part corresponding to the region formed with the protrusion 9 have a thickness corresponding to W/2.

15 The relation between the lead pitch and the thickness of the blank 12 will now be described. The pitch of the leads 3 is determined by the thickness of the blank 12 upon forming the leads 3. In other words, it is only possible to form leads having a pitch substantially equal to the thickness of the blank 20 12. Accordingly, a reduced lead pitch can be obtained when the blank 12 has a reduced thickness.

Meanwhile, where leads 3 provided with protrusions 9 are formed, the thickness of the blank 12 is determined by the 25 height of the protrusions 9. It is impossible to form leads having a small pitch by simply etching the blank 12 having a

thickness equal to the height of the protrusions 9. In accordance with the present invention, however, it is possible to form leads 3 having a small pitch (the lead pitch Pin in FIG. 11a), even when the leads 3 have a structure provided with protrusions 9, by conducting a primary etching process for the blank 12 in accordance with a half-etching method in such a fashion that the blank 12 has a reduced thickness (a thickness corresponding to about  $W/2$ ) at its portion except for the region 14 to be formed with the protrusions 9, and then conducting a secondary etching process for the thickness-reduced portion of the blank 12 to form the leads 3. For the same reason, the pitch  $P_{out}$  of the protrusions 9 (outer lead portions 3b) can be reduced to a pitch substantially equal to the thickness  $W$  of the blank 12.

For instance, where a typical lead frame blank having a thickness of 0.10 mm is used, it is possible to obtain a minimum pitch  $P_{out}$  of the outer lead portions 3b and protrusions 9 corresponding to 0.10 mm ( $P_{out} = 0.10$  mm) and a minimum pitch Pin of the inner lead portions 3a corresponding to 0.05 mm ( $Pin = 0.05$  mm). In the case of a typical lead frame blank having a thickness of 0.15 mm, it is possible to obtain a minimum pitch  $P_{out}$  of the outer lead portions 3b and protrusions 9 corresponding to 0.15 mm ( $P_{out} = 0.15$  mm) and a minimum pitch Pin of the inner lead portions 3a corresponding to 0.075 mm ( $Pin = 0.075$  mm). Where a typical lead frame blank having a thickness

of 0.20 mm is used, it is possible to obtain a minimum pitch Pout of the outer lead portions 3b and protrusions 9 corresponding to 0.20 mm (Pout = 0.20 mm) and a minimum pitch Pin of the inner lead portions 3a corresponding to 0.11 mm (Pin = 0.10 mm).

On the other hand, the position of each protrusion 9 is determined by the position of the mask 13 shown in Fig. 6. That is, the position of each protrusion 9 can be optionally determined by appropriately varying the position of the mask 13. 10 For this reason, the positions of the protrusions 9 serving as outer connecting terminals can be set within a certain degree of freedom in accordance with a lead forming method included in the illustrated embodiment. Therefore, it is possible to easily form the protrusions 9 at predetermined positions for standard 15 outer connecting terminals, respectively.

Next, a second embodiment associated with the lead forming process will be described. Figs. 10 to 15 illustrate the second embodiment associated with the lead forming process. For the formation of a lead frame 20 in this embodiment, a first 20 blank 21 shown in Fig. 10 and a second blank 22 shown in Fig. 11 are first prepared.

The thicknesses of the blanks 21 and 22 are determined so that the total thickness obtained in an overlapping state of the blanks 21 and 22 corresponds to the height W of each protrusion 25 9. In this embodiment, the thicknesses of the blanks 21 and 22

are set to be  $W/2$ , respectively. The blanks 21 and 22 have different thicknesses, respectively, in so far as the total thickness obtained in an overlapping state of the blanks 21 and 22 corresponds to the height  $W$  of each protrusion 9.

5 The first blank 21 shown in Fig. 10 is made of a lead frame material such as 42 ALLOY. This first blank 21 has a structure formed with a lead pattern 23 having the same pattern shape as that of the leads 3 when viewed in a plan view. This structure of the first blank 21 is obtained by previously 10 conducting an etching process or a press-punching process for the first blank 21. However, the lead pattern 23 of the first blank 21 has no protrusion in accordance with this lead forming process, as different from the lead forming process in which the protrusions 9 are formed. Accordingly, the lead pattern 23 has 15 a thickness of  $W/2$  at the entire portion thereof. In Fig. 10, the reference numeral 25 denotes a position determining slot which is formed during the formation of the lead pattern 23.

On the other hand, the second blank 22 shown in Fig. 11 is made of a lead frame material such as 42 ALLOY. This second 20 blank 22 has a structure formed with a protrusion pattern 24. This structure of the second blank 22 is obtained by conducting an etching process or a press-punching process for the second blank 22. The protrusion pattern 24 has a straight line pattern shape. In the protrusion pattern 24, regions to be formed with 25 a certain number of protrusions 9 are arranged in parallel while

being laterally spaced from one another. In Fig. 11, the reference numeral 26 denotes a position determining slot which is formed during the formation of the protrusion pattern 24.

The first and second blanks 21 and 22 having the above mentioned structures are then overlapped with each other by vertically aligning the position determining slots 25 and 26 with each other. In the overlapping state, the first and second blanks 21 and 22 are bonded together. The bonding of the first and second blanks 21 and 22 may be achieved using a conductive adhesive or a welding process. Fig. 12 shows the bonded state of the first and second blanks 21 and 22.

In the bonded state of the first and second blanks 21 and 22, the protrusion pattern 24 of the second blank 22 overlaps with protrusion forming regions on the lead pattern 23 of the first blank 21.

Fig. 13 is a plan view illustrating, in an enlarged scale, the overlapping region between the lead pattern 23 and protrusion pattern 24. Also, Fig. 14 is a cross-sectional view illustrating, in an enlarged scale, the overlapping region between the lead pattern 23 and protrusion pattern 24. As shown in Figs. 13 and 14, the lead pattern 23 having a thickness of  $W/2$  corresponding to half the total thickness of the blanks overlaps, in a cross fashion, with the protrusion pattern 24 having a thickness of  $W/2$  corresponding to half the total thickness of the blanks. Accordingly, the regions to be formed

with the protrusions 9 have a thickness  $W$  corresponding to the total blank thickness. Accordingly, this thickness  $W$  is rendered to be the height of each protrusion 9 (Fig. 14).

After completion of the bonding process for the first and 5 second blanks 21 and 22, the resulting structure is partially removed at its portion except for the portion where the lead pattern 23 and protrusion pattern 24 cross, using a pressing process or the like, thereby forming a lead frame 20 having leads 3 integrally formed with protrusions 9, as shown in Fig. 10 15.

Similarly to the lead frame 11 fabricated in accordance with the first embodiment, each lead 3 of the lead frame 20 fabricated in accordance with this embodiment has an inner lead portion 3a, an outer lead portion 3b, and a protrusion 9 15 integrally formed together. In accordance with this embodiment, the lead pattern 23 can be formed to have a small pitch because the first blank 21 has a thickness corresponding to  $W/2$ . This will be apparent by referring to the above mentioned relation between the lead pitch and the blank thickness.

20 Meanwhile, the position of each protrusion 9 is determined by the position of the protrusion pattern 24 formed at the second blank 22. That is, the position of each protrusion 9 can be optionally determined by appropriately varying the position of the protrusion pattern 24. For this 25 reason, the positions of the protrusions 9 serving as outer

connecting terminals can be set within a certain degree of freedom in accordance with the lead forming method included in this embodiment. Therefore, it is possible to easily form the protrusions 9 at predetermined positions for standard outer connecting terminals, respectively.

After the lead frame 11 or 20 (in the following description, only the lead frame 11 will be referred) is fabricated in accordance with the above mentioned lead forming process, a bonding process for bonding the lead frame 11 and semiconductor chip 2 together is conducted. Now, the bonding process will be described in conjunction with Figs. 16 to 20.

In this bonding process, gold is plated on the inner lead portions 3a of the lead frame 11 at regions where wires 6 are to be bonded in a subsequent connecting process, thereby forming bonding areas 27, as shown in Fig. 16.

Also, a polyimide film 7 is arranged on the surface of the semiconductor chip 2 formed with the electrode pads 6 in such a fashion that only the electrode pads 6 are exposed. The polyimide film 7 is made of a polyimide material having a glass transition point of 100 to 300 °C. In the state of Fig. 17, the polyimide film 7 is simply in a state laid on the semiconductor chip 2. In order to prevent the polyimide film 7 from being separated from the semiconductor chip 2, accordingly, the semiconductor chip 2 is arranged in such a fashion that its surface formed with the electrode pads 6 is upwardly positioned.

In other words, the semiconductor chip 2 is in a bare chip state not encapsulated by resin. The polyimide film 7 may be previously formed on the semiconductor chip 2 during a wafer process for forming the semiconductor chip 2.

5 Subsequently, the lead frame 11 shown in Fig. 18 is laid on the semiconductor chip 2 on which the polyimide film 7 is laid. The leads 3 (inner lead portions 3a) formed on the lead frame 11 face, in a high accuracy, the electrode pads 6 formed on the semiconductor chip 2. Thus, the position of the lead frame 11 is determined.

10 After the lead frame 11 is laid in position on the semiconductor chip 2, as mentioned above, a die 28 is lowered to press the lead frame 11 against the semiconductor chip 2, as shown in Fig. 19. The die 28 is equipped with a heating unit. 15 Heat generated from the die 28 is applied to the polyimide film 7 via the lead frame 11.

17 The polyimide film 7 typically serves as an insulating member for electrically insulating the semiconductor chip 2 and lead frame 11 from each other, as in conventional cases. 20 However, the inventors found the fact that the polyimide film 7 can serve as an adhesive when it is under a certain condition. In detail, where the polyimide film 7 is made of a polyimide material having a glass transition point of 100 to 300°C, it can serve as an adhesive when it is heated to a temperature higher 25 than the glass transition point by 100 to 200°C while being

applied with a pressure of 1 to 10 Kg/cm<sup>2</sup>.

In view of the above mentioned fact, the polyimide film 7 is heated to a temperature higher than the glass transition point by 100 to 200°C by the heater equipped in the die 28 upon bonding the semiconductor chip 2 and lead frame 11 to each other while being applied with a pressure of 1 to 10 Kg/cm<sup>2</sup> by the die 28 in accordance with the present invention. Accordingly, the polyimide film 7 can serve as an adhesive. Thus, it is possible to bond the semiconductor chip 2 and lead frame 11 to each other by means of the polyimide film 7.

In accordance with the above mentioned configuration, it is unnecessary to use a separate adhesive for bonding the semiconductor chip 2 and lead frame 11 to each other, as compared to conventional cases using a polyimide film. Accordingly, it is possible to achieve a reduction in costs and a reduction in the number of processing steps used in the fabrication of the semiconductor device 1. Fig. 20 illustrates a state in which the semiconductor chip 2 and lead frame 11 are bonded to each other by the polyimide film 7.

Although the bonding between the semiconductor chip 2 and lead frame 11 is achieved in accordance with the bonding method using the polyimide film 7, it may be achieved using other methods. For example, the bonding between the semiconductor chip 2 and lead frame 11 may be achieved using a method in which an adhesive is applied to both surfaces of the polyimide film 7.

interposed between the semiconductor chip 2 and lead frame 11, as in conventional cases. Where this method is used, it is unnecessary to carry out a temperature control and a pressure control for the polyimide film. Accordingly, the bonding process is simply achieved.

After the semiconductor chip 2 and lead frame 11 are bonded to each other in accordance with the bonding process, a connecting process is carried out to electrically connect the leads 3 formed on the lead frame 11 to the electrode pads 6 formed on the semiconductor chip 2 by means of wires 8, respectively.

Fig. 21 illustrates a process for mounting each wire (for example, a gold wire) 8 between the bonding pad 27 (Fig. 16) formed on an associated one of the leads 3 and an associated one 15 of the electrode pads 6 using capillaries 29. As well known, it is desirable for each wire 8 to be short in terms of an improvement in the electrical characteristics of the semiconductor device 1. On the other hand, in terms of a miniaturization and thinness of the semiconductor device 1, it 20 is desirable for each wire 8 to have a low roof.

For this reason, it is preferred that a low-roof bonding process be used in mounting the wires 8. For such a low-roof bonding process, a variety of methods are known. For example, a method may be used in which each wire 8 is bonded at one end 25 thereof to an associated one of the electrode pad 6 formed on

the semiconductor chip 2 and then bonded at the other end thereof to an associated one of the leads 3 by upwardly moving the capillary 29 associated with the other end of the wire 8, and then horizontally moving the capillary 29. A method called 5 a "reverse stamping method" may also be used.

Since the leads 3 and electrode pads 6 are electrically connected together in accordance with the wire bonding process, it is possible to achieve the connecting process in an easy fashion and in a high accuracy. The shaping and connection of 10 each wire 8 between the associated lead 3 and electrode pad 6 can be carried out within a certain degree of freedom. Fig. 22 illustrates the state of each wire 8 mounted between the associated lead 3 and electrode pad 6 after the connecting process is conducted.

15 After the leads and electrode pads 6 are electrically connected together in accordance with the connecting process, a resin encapsulating process is carried out to form a resin encapsulate 4 at a desired portion of the semiconductor chip 2. This resin encapsulating process will now be described in 20 conjunction with Figs. 23 to 25.

Fig. 23 illustrates a state in which the semiconductor chip 2 mounted with the lead frame 11 and wires 8 is loaded in a mold 30. The mold 30 includes an upper mold 31 and a lower mold 32. The lead frame 11 is clamped between the upper and lower 25 molds 31 and 32. Thus, the semiconductor chip 2 is mounted in

the mold 30.

The upper mold 31 is configured to come into contact with the protrusions 9 and the cradles 33 of the lead frame 11 in a loaded state of the semiconductor chip 2. Since the protrusions 9 have the same height as the cradles 33, the upper mold 31 maintains a flat plate shape. The lower mold 32 has a cavity defined with a space at each side of the semiconductor chip 2 loaded in the lower mold 32. The lower surface of the semiconductor chip 2 is in contact with the lower surface of the cavity 33.

Since the upper mold 31 used in the resin encapsulating process has a flat plate shape, and the cavity 33 defined in the lower mold 32 has a simple structure, it is possible to reduce the costs taken in the manufacture of the mold 30. Accordingly, a reduction in the costs taken in the fabrication of the semiconductor device 1 can be achieved.

Fig. 24 illustrates a state in which a resin encapsulate 4 (indicated by a number of small dots) is molded in the mold 30. As the resin encapsulate 4 is molded in the mold 30, the peripheral surface of the semiconductor chip 2 except for its upper surface (viewed as a lower surface in Figs. 23 to 25) contacting the lower mold 32 is encapsulated by the resin encapsulate 4. The leads 3 and wires 8 mounted to the lower surface of the semiconductor chip 2 are also encapsulated by the resin encapsulate 4. Also, each protrusion 9 except for its

portion contacting the upper mold 31 is encapsulated by the resin encapsulate 4.

Fig. 25 illustrates a state in which the semiconductor chip 2 encapsulated by the resin encapsulate 4 is unlaced from the mold 30. As shown in this figure, the upper surface 1a of the semiconductor chip 2 is exposed from the resin encapsulate 4. Accordingly, it is possible to effectively dissipate heat generated from the semiconductor chip 2 at the exposed upper surface 2a. The end 9a of each protrusion 9 is also outwardly exposed from the resin encapsulate 4. Accordingly, the end 9a can be used as an outer connecting terminal.

A semiconductor device is obtained by cutting the lead frame 11 from the structure shown in Fig. 25 along portions indicated by a dotted line in Fig. 25. Although this semiconductor device can achieve the same effect as the semiconductor device shown in Fig. 1, it exhibits a degradation in the mounting efficiency thereof to the circuit board 10 because the end 9a of each protrusion 9 serving as an outer connecting terminal is substantially flush with the surface of the resin encapsulate 4, as shown in Fig. 25. To this end, in accordance with the illustrated embodiment, a bump forming process for forming a bump 5 on the end 9a is conducted after completion of the resin encapsulating process. Hereinafter, the bump forming process will be described in conjunction with Figs. 26 to 30.

In the bump forming process, the semiconductor chip 2 encapsulated by the resin encapsulate 4 is subjected to a honing process at the entire surface thereof, as shown in Fig. 26. By this honing process, a resin layer existing on the end 9a of each protrusion 9 is completely removed, thereby causing the end 9a to be completely exposed. After completion of the honing process, the semiconductor chip 2 encapsulated by the resin encapsulate 4 is immersed in a solder bath 34, thereby causing the end 9a of each protrusion 9 to be plated by solder. The plated solder film is denoted by the reference numeral 35. The solder used in the solder plating process may be one having a composition of Pb : Sn = 1 : 9. Fig. 28 shows a state in which a solder film 35 is formed on the end 9a of each protrusion 9 in accordance with the solder plating process.

After completion of the above mentioned solder plating process, a bump 5 is formed on the end 9a of each protrusion 9 formed with the solder film 35. The formation of the bump 5 may be carried out using various methods. For example, a conventional bump forming method capable of effectively and easily forming bumps 5 may be used. Fig. 29 shows a state in which bumps 5 are formed on the ends 9a of the protrusions 9, respectively.

After the formation of the bump 5 on the end 9a of each protrusion 9, a process for cutting the lead frame 11 at positions indicated dotted lines in Fig. 29 is carried out.

After the cutting process is completed, a semiconductor device 1 shown in Fig. 30 is obtained. Prior to the process for cutting the lead frame 11, the portions of the lead frame 11 to be cut may be subjected to a half-etching process in order to allow the cutting process to be more easily conducted.

A testing process is then conducted for the semiconductor device 1 fabricated as mentioned above, in order to determine whether or not the fabricated semiconductor device 1 operates normally. Figs. 31 to 33 illustrate different testing methods for the semiconductor device 1, respectively. The testing method shown in Fig. 31 uses a socket 36 having a configuration for mounting the bumps 5. In accordance with this testing method, a test such as a burning test is conducted in a state where the semiconductor device 1 is mounted on the socket 36.

The testing method shown in Fig. 32 is a method for testing the semiconductor device 1 using probes 37. The semiconductor device 1 has a structure in which the end of each lead 3 is exposed from the side surface of the resin encapsulate 4. In view of this structure of the semiconductor device 1, the testing method is adapted to test the semiconductor device 1 using the probes 37 contacting the leads 3 exposed from the resin encapsulate 4. In accordance with this testing method, it is possible to conduct the testing process even after the semiconductor device 1 is mounted on the circuit board 10.

Fig. 33 illustrates a mounting process for mounting the

semiconductor device 1 on the circuit board 10. The process for mounting the semiconductor device 1 on the circuit board 10 can be achieved using a variety of well-known methods. For instance, an infrared reflow method may be used. In accordance 5 with this infrared reflow method, each bump 5 formed on the semiconductor device 1 is temporarily fixed to an associated one of electrode portions 38 formed on the circuit board 10 using a paste. The bump 5 is then melted by an infrared reflow furnace arranged over the semiconductor device 1, thereby causing it to 10 be bonded to the associated electrode portion 38.

Now, examples modified from the above mentioned semiconductor device fabrication method will be described. Figs. 34 to 37 illustrate modified structures of the protrusions 9, respectively. Figs. 34A and 34B illustrate a protrusion 9A having a circular column shape, respectively. Also, Fig. 34C illustrates a protrusion 9B having a square column shape. That is, the protrusion may have various planar shape, as in the protrusions 9, 9A, and 9B. The protrusion can have an optional shape in accordance with the bonding characteristics of the bump 5 and the shape of the electrode portion 38 formed on the circuit board 10. For example, the protrusion 9, 9A or 9B is formed using an etching method, it can have a desired planar shape by appropriately selecting the shape of the mask 13 arranged at the protrusion forming region 14 shown in Fig. 6. 20 25 The protrusion may also have a structure provided with a

round recess at the upper surface thereof, as in the protrusion 9C shown in Fig. 35(A). Also, the protrusion may have a structure provided with a lump at a central portion of the upper surface thereof, as in the protrusion 9D shown in Fig. 35B. The protrusion may also have a structure provided with a rectangular recess at a central portion of the upper surface thereof, as in the protrusion 9E shown in Fig. 35C. In all the protrusions 9C to 9E, it is possible to obtain an increased protrusion surface area resulting in an improvement in the bondability to the bump 1. Furthermore, the protrusions 9C to 9E are adapted to be fixed to the lead 3 at a desired protrusion forming region.

Referring to Fig. 35D, a protrusion 9F is illustrated which is formed in accordance with a direct plastic deformation of the lead 3 by a pressing process. In this case, the protrusion 9F can be easily formed using a desired process such as a pressing process. However, this method has a problem in that the protrusion 9F cannot have a height more than a limitation for the plastic deformation.

Referring to Fig. 36, a protrusion 9G is illustrated  
20 which is formed by forming a stud bump at a desired protrusion  
forming region in accordance with a wire bonding technique.  
Fig. 36A illustrates a method for forming the protrusion 9G  
whereas Fig. 36B illustrates, in an enlarged scale, the  
protrusion 9G.

25 Where the protrusion 9G is formed to have a stud bump

shape in accordance with a wire bonding technique, it is possible for the protrusion 9G to be formed at an optional position. The protrusion 9G serving as an outer connecting terminal can also be easily formed at a desired position. The formation of the protrusion 9G can be achieved simultaneously with the mounting of the wires 9 conducted in the connecting process included in the semiconductor device fabrication process. Thus, the entire fabrication process is simplified.

The height of the protrusion 9G can be optionally set by vertically overlapping a plurality of stud bumps together. Referring to Fig. 37A, a protrusion 9H is illustrated which is formed by vertically overlapping three stud bumps together. In this case, the protrusion 9H has an increased height, as compared to the protrusion 9G of Fig. 36B constituted by one stud bump.

Another method for increasing the height of the protrusion is illustrated in Fig. 37B. In accordance with the method of Fig. 37B, a conductive member 41 having a plug shape is fixed to the lead 3 by means of a conductive adhesive. A stud bump 42 is then formed on the conductive member 41, as shown in Fig. 37C, so that the overlapping conductive member 41 and stud bump 42 cooperate to form a protrusion 9I. In this case, the height of the protrusion 9I is determined by the height of the conductive member 41. Accordingly, the height of the protrusion 9I can be optionally set by using a plug-shaped

conductive member having a diverse size for the plug-shaped conductive member 41.

Fig. 38 illustrates a modified bonding process. Although the semiconductor chip 2 and lead frame 11 are bonded together using the polyimide film 7 serving as an adhesive under a certain condition in accordance with the above mentioned embodiment, as shown in Figs. 16 to 20, they may be bonded together using a tape-shaped adhesive 45 in place of the polyimide film 7.

10 The tape-shaped adhesive 45 may be formed not only at the upper surface of the semiconductor chip 2, but also at the lower surface of the lead frame 11, as shown in Fig. 38.

15 Alternatively, the tape-shaped adhesive 45 may be formed only at the lower surface of the lead frame. Furthermore, the distribution range of the tape-shaped adhesive 45 may be freely set in so far as it is within a range indicated by the arrow X in Fig. 38, except for the region where the electrode pads 6 are formed. In addition, it is necessary for the tape-shaped adhesive 45 to be an insulating adhesive because the 20 semiconductor chip 2 and lead frame 11 should be electrically insulated from each other.

25 Figs. 39 to 42 illustrate modified embodiments of the connecting process, respectively. Although the wires 8 are used for the connection between the electrode pads 6 and the leads 3 in accordance with the above mentioned embodiment, as shown in

Figs. 21 and 22, a direct lead bonding method is used to directly bond the electrode pads and leads 3 together in accordance with the modified embodiments of Figs. 39 to 42.

In the embodiment of Figs. 39 and 40, each lead 3 is 5 directly bonded to an associated one of the electrode pads 6 using a bonding tool 46 connected to, for example, an ultrasonic vibrator. In this configuration, however, the electrode pad 6 may be damaged by the bonding tool 46 vibrating at an ultrasonic frequency. In the embodiment of Figs. 41 and 42, a stud bump 10 47 is mounted on each electrode pad 6. The stud bump 47 is then melted by a heating unit 48 in a state in which it comes into contact with the lead 3, thereby causing the electrode pad 6 to be connected to the lead 3. In accordance with this connecting method, there is no damage to the electrode pad 6. An 15 improvement in the reliability of the connecting process is also achieved.

In accordance with the connecting processes of Figs. 39 to 42, it is possible to achieve a reduction in electrical resistance, as compared to a configuration in which the 20 connection between the electrode pads 6 and the leads 3 is provided by the wires 8. Accordingly, an improvement in the electrical characteristics of the semiconductor device 1 is achieved. The semiconductor device 1 also cope with a high-speed semiconductor chip.

25 Figs. 43 and 44 illustrated a modified embodiment of the

resin encapsulating process. In the above mentioned embodiment, the bottom surface of the cavity defined in the lower mold 30 included in the mold 30 is in direct contact with the upper surface 2a of the semiconductor chip 2. The upper surface 2a of the semiconductor chip 2 is not encapsulated by the resin encapsulate 4 so that it serves as a surface for improving the heat dissipation characteristics.

Under strict environment, for example, high-temperature environment, the semiconductor device 1 may require a 10 temperature resistance rather than the heat dissipation characteristics. In such a case, it is necessary to completely encapsulate the semiconductor chip 2 by the resin encapsulate 4. Referring to Figs. 43 and 44, a mold 50 is illustrated which is configured to completely encapsulate the semiconductor chip 2 by 15 the resin encapsulate 4.

In detail, a cavity 52 defined in a lower mold 51 is spaced apart from the peripheral surface of the semiconductor chip 2 at its side surface, as shown in Fig. 43. Accordingly, when the resin encapsulate 4 is molded in the mold, the 20 semiconductor chip 2 is completely encapsulated by the resin encapsulate 4, as shown in Fig. 44. The formation region of the resin encapsulate 4 encapsulating the semiconductor chip 2 can be optionally set by appropriately varying the shape of the cavity 33 or 52 of the mold 30 or 50.

25 Where the upper mold 31 has a recess for mounting the

protrusion 9 formed on each lead 3 thereon, it is possible to obtain a semiconductor device 60 in which the protrusion 9 is greatly protruded from the resin encapsulate 4, as shown in Fig. 45. The semiconductor device 60 shown in Fig. 45 exhibits an improved mounting efficiency to the circuit board 10 because the protrusion 9 is greatly protruded from the resin encapsulate 4. Also, it is unnecessary to form the bumps 5, as in the above mentioned embodiments. Accordingly, it is possible to simplify the fabrication process for the semiconductor device 60.

10

(EFFECTS OF THE INVENTION)

As apparent from the above description, various effects are obtained in accordance with the present invention.

In accordance with the invention of claims 1 and 2, it is possible to achieve an improvement in heat resistance, mechanical strength, and temperature resistance. Since the electrode pads and leads are connected together using wires, it is possible to set the layout of the leads irrespective of the layout of the electrode pads. An improvement in the matching ability of the semiconductor device to the circuit board. The resin encapsulate provides an improvement in reliability because it surely protects the connected wires. Since the outer connecting terminals are exposed from the resin encapsulate, the electrical connection of the semiconductor device to the circuit board can be surely provided.

In accordance with the invention of claim 3, the insulating and bonding processes for the semiconductor chip and leads can be simultaneously conducted because the polyimide film, as an insulating member, interposed between the semiconductor chip and the leads serves as an adhesive. Accordingly, it is possible to simplify the structure of the semiconductor device which achieving an easy fabrication of the semiconductor device, as compared to the case in which the insulating member and the adhesive are separately provided.

10 In accordance with the invention of claim 4, each protrusion is integrally formed with an associated one of the leads. Accordingly, it is possible to achieve a simplification in structure, as compared to the case in which the protrusion and lead are formed using separate materials, respectively. In 15 accordance with the invention of claim 5, a wire is used for the connection between the electrode pad and lead. Accordingly, it is possible to achieve an easy connection for the wire between the electrode pad and lead.

20 In accordance with the invention of claim 6, a bump is formed on each protrusion. Accordingly, it is possible to achieve an easy connection of the semiconductor device to the circuit board, as compared to the case in which the protrusion is directly mounted on the circuit board. In accordance with the invention of claim 7, the leads and semiconductor chip are 25 bonded together by maintaining the polyimide film at a certain

temperature and a certain pressure, thereby causing the polyimide film to serve as an adhesive. Accordingly, the insulating and bonding processes for the leads and semiconductor chip can be simultaneously conducted.

5 Since each electrode pad formed on the semiconductor chip is connected to an associated one of the leads by means of a wire in the bonding process, it is possible to vary the layout of the leads with respect to the layout of the electrode pads by selecting an appropriate connection method. The fabrication of 10 the semiconductor device involves only four processes, that is, a lead forming process, a bonding process, a connecting process, and a resin encapsulating process. Since the fabrication of semiconductor device is achieved using a reduced number of processes, as mentioned above, an improvement in production 15 efficiency is obtained.

In accordance with the invention of claim 8, an easy bonding process can be achieved because the bonding process can be conducted without a control for the temperature applied to the polyimide film within a desired range. In accordance with 20 the invention of claim 9, the connection between the electrode pads and the leads can be simply and surely achieved because the electrode pads and leads are electrically connected together in accordance with a direct lead bonding process.

25 In accordance with the invention of claim 10 and 11, the lead pitch of the outer lead portions is less than the lead

pitch of the inner lead portions. Accordingly, the inner leads can cope with a small pitch of the electrode pads on the semiconductor chip to which the inner lead portions are electrically connected. Furthermore, the mounting efficiency of 5 the semiconductor device to the circuit board is improved because the lead pitch of the outer lead portions electrically connected to the circuit board is large. Since each protrusion is formed on an associated one of the outer lead portions, it can be used as an outer connecting terminal. Accordingly, it 10 further improves the mounting efficiency.

In accordance with the invention of claim 12 and 13, it is possible to easily form leads of a small pitch integrally formed with protrusions. In accordance with the invention of claim 14, the lead pattern forming process and the protrusion forming process are conducted in a separate fashion.

Accordingly, the thickness of a blank used can be selected irrespective of the height of the protrusion. Therefore, it is possible to reduce the pitch of a lead pattern when a thin blank is used. In the protrusion forming process, it is possible to 15 form protrusions having an optional height. An improvement in the freedom of design is also achieved.

In accordance with the invention of claims 15 to 17, it is possible to easily conduct the protrusion forming process.